

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

(E.I.S.M.V)

ANNEE 1991

N°24



ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET
MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

**ETUDE DE L'EVOLUTION DES RESIDUS DE
DEUX PRODUITS PHYTOSANITAIRES
(ENDOSULFAN ET DIMETHOATE) SUR DEUX
TYPES DE CULTURE MARAICHERE (TOMATE
ET LAITUE), AU SENEGAL**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 30 juillet 1991 devant la Faculté de
Médecine et de Pharmacie de Dakar pour obtenir le grade de
Docteur VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

PAR

Mallé FALL

Né le 08/11/ 1965 à St-Louis (SENEGAL)

PRESIDENT DU JURY :

Mr. François DIENG
Professeur à la faculté de
Médecine et Pharmacie de Dakar

RAPPORTEUR ET DIRECTEUR :

Mr. François Adébayo ABIOLA
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V.
de Dakar

MEMBRES DU JURY :

Mr. Germain Jérôme SAWADOGO
Professeur agrégé à l'E.I.S.M.V.
de Dakar

Mr. Malang SEYDI
Professeur agrégé à l'E.I.S.M.V.
de Dakar

Scolarité
MS/FD

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

I.- PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1 - ANATOMIE - HISTOLOGIE - EMBRYOLOGIE

Jacques	ALAMARGOT	Assistant
Tété	KPONMASSI	Moniteur
Donguila	BELEI	Moniteur

2 - CHIRURGIE - REPRODUCTION

Papa El Hassane	DIOP	Maître de Conférences Agrégé
Nahé (Mlle)	DIOUF	Moniteur
Alpha Mamadou	SOW	Moniteur

3 - ECONOMIE - GESTION

Cheikh	LY	Assistant
Hélène (Mme)	FOUCHER	Assistante

4 - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES
ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDA OA)

Malang	SEYDI	Maître de Conférences Agrégé
Yvan	JOLY	Assistant
Mamadou	NDIAYE	Moniteur

5 - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE -
PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi	AKAKPO	Professeur Titulaire
Rianatou (Mme)	ALAMBEDJI	Assistante

6 = PARASITOLOGIE - MALADIES PARASITAIRES - ZOOLOGIE

Louis Joseph	PANGUI	Maître de Conférences Agrégé
Jean	BELOT	Maître-Assistant
Mamadou Bobo	SOW	Moniteur

7 = PATHOLOGIE MEDICALE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE
ET CLINIQUE AMBULANTE

Théodore	Alogninouwa	Maître de Conférences Agrégé
Roger	PARENT	Maître-Assistant
Pierre	DECONINCK	Assistant
Yalacé Y.	KABORET	Assistant
Ernest	AGOSSOU	Moniteur

8 = PHARMACIE - TOXICOLOGIE

François A.	ABIOLA	Maître de conférences Agrégé
Mallé	FALL	Moniteur

9 = PHYSIOLOGIE - THERAPEUTIQUE -
PHARMACODYNAMIE

Alassane	SERE	Professeur Titulaire
Moussa	ASSANE	Maître de Conférences Agrégé
Sani	GAMBO	Moniteur

10 = PHYSIQUE ET CHIMIE
BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme	SAWADOGO	Maître de Conférences Agrégé
Baba Traoré	FALL	Moniteur

11 - ZOOTECHEMIE - ALIMENTATION

Pafou	GONGNET	Maître-Assistant
Hachimou	IBRAHIMA	Moniteur

CERTIFICAT PREPARATOIRE AUX
ETUDES VETERINAIRES (CPEV)

Alphonse	COULIBALY	Moniteur
----------	-----------	----------

II. = PERSONNEL VACATAIRE

= BIOPHYSIQUE

René	NDOYE	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Alain	LECOMTE	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Sylvie (Mme)	GASSAMA	Maître de Conférences Agrégée Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP

= BOTANIQUE - AGRO-PEDOLOGIE

Antoine	NONGONIerna	Professeur IFAN - Institut Ch. A. DIOP Université Ch. A. DIOP
---------	-------------	--

= GENETIQUE

Racine	SOW	Chercheur à l'ISRA Directeur C.R.Z. Dahra
--------	-----	--

III.- PERSONNEL EN MISSION

- PARASITOLOGIE

Ph.	DORCHIES	Professeur ENV - TOULOUSE France)
S.	GEERTS	Professeur Institut de Médecine Vétérinaire Tropicale Anvers (Belgique)
L.	KILANI	Professeur ENV - SIDI THABET (Tunisie)

- PATHOLOGIE PORCINE - ANATOMIE
PATHOLOGIE GENERALE

A.	DEWAELE	Professeur Faculté de Médecine Vétéri- naire CUREGHEM - (Belgique)
----	---------	--

- ANATOMIE

Y.	LIGNEREUX	Professeur ENV - TOULOUSE (France)
----	-----------	---------------------------------------

- PATHOLOGIE AVIAIRE

M.	ZRELLI	Maître de Conférences Agrégé École Nationale de Médecine Vétérinaire SIDI THABET (Tunisie)
----	--------	---

- PATHOLOGIE DU BETAIL

P. BEZILLE

Professeur
ENV - LYON (France)

- ANATOMIE PATHOLOGIQUE

A. AMARA

Maître de Conférences Agrégé
Ecole Nationale de Médecine
Vétérinaire SIDI THABET
(Tunisie)

- IMMUNOLOGIE

N. (Mlle) HADDAD

Maître de Conférences
Agrégée
Ecole Nationale de Médecine
Vétérinaire SIDI THABET
(Tunisie)

- MICROBIOLOGIE

J. OUDAR

Professeur
ENV - ALFORT (France)

- ZOOTECNIE - ALIMENTATION

A. BENYOUNES

Maître de Conférences
Agrégée
Ecole Nationale de Médecine
Vétérinaire SIDI THABET
(Tunisie)

B. M. PARAGON Professeur
ENV - ALFORT (France)

- CHIRURGIE

A. CAZIEUX Professeur
ENV - TOULOUSE (France)

- DENRELOGIE

J. ROZIER Professeur
ENV. ALFORT (France)

- PHYSIQUE ET CHIMIE
BIOLOGIQUES ET MEDICALES

P. BENARD Professeur
ENV - TOULOUSE (France)

- PHARMACIE - TOXICOLOGIE

G. KECK Professeur
ENV - LYON (France)

DEDICACES

Ce modeste travail est dédié :

- à ALLAH TOUT PUISSANT, CLEMENT et MISERICORDIEUX ;
- à son prophète MOUHAMED (P.S.L.) ;

- à feu mon père Samba Sall FALL ; puisse ce travail être la consécration de tous les efforts que tu as consentis pour l'éducation de tes enfants. Que la terre te soit légère ;

- à ma mère Pourméra FALL, j'ai toujours bénéficié de ton affection et de ta compréhension. Puisse ce travail être le fruit de tes prières ;
- à mes frères et soeurs ;
- à mes grands parents ;
- à mes oncles et tantes ;
- à mes cousins et cousines ;
- à tous mes amis et à toutes mes amies particulièrement à Diarra GUEYE ;
- à tous mes camarades de l'E.I.S.M.V. ;
- au Sénégal ma patrie.

REMERCIEMENTS

Pour votre franche et gracieuse collaboration dans l'élaboration de ce travail:

- à tout le personnel de la SENCHIM.
- à Monsieur Mouhamadou Mahmoud SENE Ingénieur Chimiste chef de laboratoire de la SENCHIM.
- à Monsieur Abdoulaye DIAW Technicien de laboratoire à l'E.I.S.M.V..
- à Monsieur Seydina DIOP.
- à Monsieur Moussa SENE Technicien de laboratoire à l'E.I.S.M.V..

A NOS MAITRES ET JUGES

A Monsieur François DIENG

Vous nous faites un grand honneur en acceptant avec plaisir de présider ce jury de thèse. Vos qualités humaines et scientifiques resteront gravées toujours dans notre mémoire. Hommages respectueux.

A Monsieur François Adébayo ABIOLA.

Vous avez fait preuve de rigueur durant tout l'encadrement de ce travail. Sincères remerciements.

A Monsieur Germain Jérôme SAWADOGO

Malgré votre emploi du temps chargé, vous avez accepté de siéger dans notre jury. Toute ma reconnaissance.

A Monsieur Malang SEYDI

Vous avez encore une fois manifesté votre disponibilité en acceptant de juger ce travail. Sincères remerciements.

"Par délibération, la Faculté à l'Ecole ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation".

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: PHYSIONOMIE DU MARAICHAGE AU SENEGAL

I₁- TYPES D'EXPLOITATIONS

I_{1.1}- EXPLOITATION DE TYPE TRADITIONNEL OU FAMILIAL

I_{1.2}- EXPLOITATIONS MOYENNES

I_{1.3}- EXPLOITATIONS AGRO-INDUSTRIELLES OU MODERNES

I₂- PRODUCTION MARAICHERE

I_{2.1}- DIFFERENTS TYPES DE PRODUCTION

I_{2.2}- CALENDRIER DE LA PRODUCTION

I_{2.3}- EXPORTATIONS, IMPORTATIONS ET MARCHE
INTERIEUR.

CHAPITRE II: GESTION DES PESTICIDES AU SENEGAL

II₁- ORIGINE DES PESTICIDES.

I_{1.1}- FABRICATION LOCALE.

I_{1.2}- IMPORTATIONS

II₂- MARCHE DES PESTICIDES

II_{2.1}- CONSOMMATEURS

II_{2.2}- DISTRIBUTION

II₃- REGLEMENTATION

II3.1- REGLEMENTATION

II3.2- CONTROLE

CHAPITRE III: PESTICIDES ET NOTION DE RESIDU

III1- PESTICIDES

III1.1- DEFINITION

III1.2- TYPES DE PESTICIDES

III1.3- PESTICIDES ET CULTURES MARAICHERES

III1.4- DANGER DES PESTICIDES

III2- NOTION DE RESIDU DE PESTICIDE

III2.1- DEFINITION

III2.2- BONNES PRATIQUES AGRICOLES DANS
L'UTILISATION DES PESTICIDES

III2.3- DOSE JOURNALIERE ADMISSIBLE(D.J.A.)

III2.4- LIMITE MAXIMUM DE RESIDU(L.M.R.)

CONCLUSION PREMIERE PARTIE

2EME PARTIE: ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODE

I1- MATERIEL

I1.1- MILIEU PHYSIQUE

I1.2- MATERIEL VEGETAL

I1.3- PRODUITS PHYTOSANITAIRES

I1.4- PULVERISATEUR

I1.5- CHROMATOGRAPHE EN PHASE GRAZEUSE

- I1.6- BALANCES
- I1.7- AGITATEUR UNIVERSEL "AGITESTR"
- I1.8- VERRERIE
- I1.9- MORTIER ET PILON
- I1.10- CHLORURE DE CALCIUM
- I1.11- XYLENE

I2- METHODES

- I2.1- METHODE DE CULTURE
- I2.2- METHODE DE TRAITEMENT DES PLANCHES
- I2.3- METHODE DE PRELEVEMENT
- I2.4- METHODE D'EXTRACTION
- I2.5- METHODE D'ANALYSE

CHAPITRE II: RESULTATS ET DISCUSSIONS

II₁ RESULTATS

II₂ DISCUSSION

- II2.1- CHOIX DES CULTURES
- II2.2- CHOIX DES PRODUITS ET DES DOSES
- II2.3- DISCUSSION DES RESULTATS

CONCLUSION DEUXIEME PARTIE

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

L'une des tâches fondamentales des pays africains est d'assurer l'autosuffisance alimentaire à une population en accroissement rapide, 3,4 p. 100 selon la banque mondiale (3). L'agriculture est considérée comme la principale source alimentaire. Pour ce faire, il va falloir augmenter la production.

Selon la F.A.O, les superficies cultivées n'ont augmenté que faiblement (0,7 p. 100 par an) au cours des 20 dernières années. Avec un taux pareil, la production devrait augmenter de 3 p.100 pour atteindre cette autosuffisance alimentaire. Cette augmentation ne pourrait se faire que par l'amélioration de la productivité.

La productivité peut être augmentée par l'utilisation intensive de facteurs chimiques et organiques, l'amélioration des techniques culturales et l'intégration de l'élevage dans les systèmes culturaux. Malheureusement, les parasites et les maladies des plantes provoquent en Afrique d'importantes pertes de l'ordre de 10 à 80 p. 100 avant même les récoltes (3). Ainsi l'importance de l'utilisation des pesticides face à ce fléau n'est plus à démontrer. Cependant l'augmentation des quantités de produits utilisées dans nos pays ne manquera pas d'attirer l'attention sur les effets néfastes des pesticides sur l'environnement et sur la santé publique. Cela nous a mené à faire une étude des résidus de pesticide sur les cultures maraîchères.

Le maraîchage a été choisi parce que étant grand consommateur de produits phytosanitaires. C'est une spéculation qui se déroule toute l'année, une activité dont l'importance ne cesse de croître mais aussi une activité qui touche directement la population par l'intermédiaire des habitudes alimentaires. Enfin le maraîchage a été choisi parcequ'il est à la hauteur de nos moyens.

Les conditions d'utilisation des produits phytosanitaires sont définies par les firmes occidentales à partir de travaux réalisés ailleurs. L'information des utilisateurs de pesticides et les contrôles multirésiduels constants permettent de diminuer le risque de consommer des résidus importants. Dans les pays sous développés particulièrement en Afrique, le niveau d'information faible des utilisateurs et le manque de moyen ne garantissent pas une bonne gestion des pesticides. Aussi faudrait-il connaître si un paramètre comme le délai d'attente est toujours adapté aux conditions de terrain.

L'objectif de notre travail est de suivre l'évolution des concentrations de deux produits (endosulfan et diméthoate) sur deux types de cultures (tomate et laitue), pour tenter de répondre à cette préoccupation.

Ce travail est envisagé en 2 parties :

- la première partie est une étude bibliographique ;
- la deuxième concerne les observations personnelles.

PREMIERE PARTIE :

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

L'Etude bibliographique comporte 3 chapitres :

- le premier chapitre est consacré à la physiologie du maraîchage au Sénégal (SN) ;
- le deuxième chapitre à la gestion des pesticides au Sénégal ;
- le troisième aux pesticides et à la notion de résidu.

CHAPITRE I : PHYSIONOMIE DU MARAICHAGE AU SENEGAL

Le maraîchage est la culture des légumes ; avec les productions fruitières et florales, il constitue l'horticulture. La nouvelle politique agricole s'est fixée comme objectif : "l'autosuffisance du Sénégal en produits horticoles de grande consommation, particulièrement en pomme de terre et oignon". Il est aussi nécessaire de dégager des surplus exportables en fruits et légumes afin de venir renforcer les exportations des filières arachidières et cotonnières et d'améliorer ainsi la balance commerciale du secteur agricole. Ceci démontre l'importance accordée à l'horticulture et particulièrement au maraîchage dans la couverture de la demande alimentaire, dans l'accroissement du niveau de vie du monde rural et dans l'équilibre de la balance commerciale (36). Le secteur maraîcher est très diversifié de par les types d'exploitation mais aussi de par les productions.

I₁ - TYPES D'EXPLOITATION

Les exploitations maraîchères peuvent être classées en trois groupes selon la direction de l'agriculture (D. A.) (36).

I_{1.1} - EXPLOITATION DE TYPE TRADITIONNEL OU FAMILIAL.

Ce sont des exploitations de petite taille 0,2 à 0,5 ha appartenant à l'exploitant. Elles sont très nombreuses surtout dans les régions des Niayes et représentent 2/3 des exploitations. Elles utilisent l'eau des nappes de surface dont la disponibilité est fonction de la pluviométrie. Cette disponibilité varie de 6 à 9 mois. La production est destinée à l'autoconsommation et à l'approvisionnement du marché local.

I_{1.2}. EXPLOITATIONS MOYENNES

Ce sont des exploitations dont la taille varie de 0,5 ha à 20 ha et qui sont caractérisées par le fait que l'exploitant est différent du propriétaire (l'exploitant est un salarié).

I1.3. EXPLOITATIONS AGROINDUSTRIELLES OU MODERNES.

Elles sont de type privé ou associatif. Elles utilisent des moyens de production modernes (tracteurs - irrigation - engrais - prophylaxie etc) et ont une superficie supérieure à 20 ha.

Parmi les exploitations modernes de type privé on peut citer FILFILI (Dakar), SEPROMA (Dakar), SERPA (Louga) etc.

Les exploitations modernes de type associatif sont soutenues par l'Etat et les organisations non gouvernementales (O.N.G) et elles jouent un rôle important dans l'assistance et l'encadrement du monde rural. Parmi elles on peut citer les périmètres de la SAED, CARITAS, etc... .

I2. PRODUCTION MARAICHERE

I2.1 TYPES DE PRODUCTIONS

La répartition des différentes productions par région est consignée dans le tableau 1.

	Dakar	Thiès	Louga	St-Louis	A. Rég.	Totaux
Pomme de terre	8500	9893	561	1420	175	20369
Oignon	3999	3611	3837	18660	4988	35095
Chou vert	2470	10925	1510	4950	3325	23180
Tomate	1626	9085	200	-	4000	14911
Haricot Vert	2936	-	-	-	112	3048
Melon	-	2990	-	-	2500	5490
Piment	105	920	8	-	1500	2533
Aubergine	868	1782	253	80	4250	7233
Divers	1500	-	1200	1771	4900	9371
Totaux	22004	39206	7569	26701	25750	121230
Superficie	1909	2845	830	1494	877	7955

Tableau 1 : Superficies (ha) et productions maraîchères (t)
 * Source : D. A. (36).

NB : A. Rég. = autres régions

La région de Thiès est la plus importante par les superficies cultivées et par les quantités produites. Les régions de Dakar et Saint-Louis viennent après. La production est diversifiée. Du point de vue tonnage, c'est l'oignon qui occupe la première place après viennent respectivement le chou vert, la pomme de terre et la tomate.

La répartition des produits est fortement influencée par les saisons.

12.2. CALENDRIER DE LA PRODUCTION

On distingue 2 grands groupes de production :

- les légumes de type africain produits pendant la saison humide. Ce sont le piment, le "jaxatu", le gombo, l'aubergine, le "bissap", certaines variétés de tomate et de chou ;
- les légumes de type européen produits pendant la période sèche. Ce sont les cultures de contre-saison : haricot vert, oignon, chou vert ou pommé, pomme de terre, carotte, navet, tomate, poivron, poireau, melon, citron, chou fleur, concombre, radis, persil, pastèque, courgette etc... . De façon générale l'offre de légume est maximale pendant la contre-saison et insuffisante pendant l'hivernage.

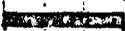
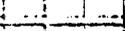
Le tableau 2 montre la répartition au cours de l'année des productions suivant la région.

Calendrier de production des principaux légumes :

Espèces	Régions	Mois											
		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Pignon	Dakar - Thiès												
	SI Louis - Louga												
	Kaolack - Fatick												
Pomme de terre	Dakar - Thiès												
	SI Louis - Louga												
	Kaolack - Fatick												
Tomate	Dakar - Thiès												
	SI Louis												
	Kaolack - Fatick												
	Zchor - Kolda												
Chou vert	Dakar - Thiès												
	SI Louis - Louga												
	Kaolack - Fatick												
Aubergine	Toutes régions												
Piment	Toutes régions												
Poivron	Dakar - Thiès												
	Autres régions												
Melon	Dakar - Thiès												
	Kaolack - Fatick												
Haricot vert	Dakar - Thiès												
	SI Louis												
	Kaolack - Fatick												

Source: Direction de l'agriculture (D.A.) (39).

LEGENDE:

-  production forte (pointe)
-  production moyenne
-  production faible
-  production très faible
-  production possible

I2.3. EXPORTATIONS - IMPORTATIONS - MARCHE INTERIEUR

I2.3.1. EXPORTATIONS

Le Sénégal exporte 4.000 à 6.000 tonnes de légumes selon la direction de l'agriculture (36), ceci par l'intermédiaire de sociétés exportatrices comme l'association des Exportateurs des Produits Agricoles du Sénégal (ASEPAS), le Groupement des Exportateurs des Produits Agricoles du Sénégal (G.E.P.A.S.), la Société d'Exportation des Produits Maraîchers (SEPROMA). Il existe des producteurs-exportateurs : c'est le cas de la SEPROMA.

Le Sénégal exporte vers l'Europe (France, Allemagne, Belgique, Angleterre, Hollande, Suisse, Autriche), vers l'USA, mais aussi vers certains pays africains tels que le Gabon, la Côte d'Ivoire, le Libéria etc...

Le haricot constitue l'une des productions la plus exportée ; après viennent successivement le melon, la tomate et le piment. Ces exportations connaissent une baisse ces dernières années comme le montre le tableau 3.

RECEVU
LE 10/05/78
PAR LE SERVICE DE
L'INFORMATION
ET DE LA DOCUMENTATION

PRODUITS	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
H V F *	2.360.776	1.775.791	1.269.692	899.648
H V B * *	1.818.808	1.063.298	1.247.569	1.300.458
MELONS	1.104.288	1.160.691	1.340.438	723.642
TOMATES	174.383	255.542	323.988	292.934
PIMENTS	352.326	241.300	156.945	131.873
AUBERGINES	7.488	14.758	23.249	1.428
GOMBOS	6.589	1.509	21.623	170.303
FRAISES	-	1.043	519	468
CONCOMBRES	-	-	-	9.343
CORNICHONS	-	-	-	13.033
MANGUES	67.926	16.550	1.015	1.588
PAPAYES	-	-	-	145
CITRONS	-	-	-	5.150
TOTAL	5.892.584	4.530.482	4.385.038	3.550.013

**Tableau 3 : EVOLUTION DES EXPORTATIONS DE FRUITS
ET LEGUMES DE 1985/86 à 1988/89 (en kg)**

SOURCE : D. A. (36)

* Haricot Vert Filet
* * Haricot Vert Bobby

I.2.3.2 IMPORTATIONS

Elles sont importantes par rapport aux exportations; elles représentent 35.000 tonnes (Direction de l'Agriculture). Cependant ces importations concernent essentiellement la pomme de terre et l'oignon. Pour chacune de ces productions, le Sénégal importe 12 à 14.000 tonnes.

	TOTAL CEE	TOTAL EXTRA CEE	ACP	SENEGAL
HARICOT VERT	100.138	57.850	17.631	2.185
POIVRON	341.562	241.337	780	-
AUBERGINES	45.927	15.128	531	28
MELONS	187.593	152.550	3.217	1.082
FRAISES	201.553	126.778	557	-
MANGUES	31.497	27.320	6.412	26
PAPAYES	7.279	6.071	435	-
LIMES	4.854	4.375	44	0

**Tableau 4 : SITUATION DES IMPORTATIONS EUROPEENNES EN 1988
EN TONNES**

Source : D.A. (36).

I2.3.3. MARCHE INTERIEUR

Le marché intérieur est bien approvisionné pendant la contre-saison mais connaît un déficit pendant la saison des pluies. Le plus grand problème pour l'approvisionnement est lié à la durée de la production. Aussi des efforts sont entrain de se faire pour allonger la durée de la production avec l'utilisation de nouvelles variétés de légumes et de produits phytosanitaires mais aussi pour parer aux problèmes de stockage, de conservation et de transformation.

CHAPITRE II: GESTION DES PESTICIDES AU SENEGAL

III. ORIGINE DES PESTICIDES

III.1 FABRICATION LOCALE

Le Sénégal ne dispose pas d'unité de formulation avec des laboratoires de chimie fine pour la synthèse des matières actives. Le Sénégal est doté de deux unités :

- la Société des Produits Industriels et Agricoles (SPIA)
- Les Industries Chimiques du Sénégal par sa filiale la SENCHIM.

Ces sociétés importent les matières actives servant à la formulation. Elles formulent pour leur propre compte ou pour le compte de firmes agropharmaceutiques étrangères représentées au Sénégal. Elles approvisionnent les marchés sénégalais et ouest-africains en pesticides (14).

UNITES INDUSTRIELLES	TYPE DE FORMULATION	QUANTITES FORMULEES /AU	CAPACITES
SPIA	Formul. U.B.V	200 à 300.000 l	50.000 l/j
	" C.E	300.000 l	50.000 l/j
	" PP	3.500 t	50 t/j
	Granulé	250 t	1.000 t/an
SENCHEM	Formulat. UBV	500.000 l	20.000 l/j
	Formulat. C.E	50.000 l	20.000 l/j
	Formulat. P.P	1.200 t	60 t/j

Tableau 5 : TYPES DE FORMULATION, QUANTITE ET CAPACITES DES UNITES DE FORMULATION

Source : DIATTA (F.) (14)

- N.B.** : - Formulât. = Formulation
 - U.B.V. = Ultra Bas Volume
 - C.E. = Concentré émulsionnable
 - P.P. = Poudre pour Poudrage

II_{1.2}. IMPORTATIONS

Les importations se font par le canal de l'Etat ou par le canal des unités de formulation. L'Etat importe des produits phytosanitaires dans le cadre de l'aide bilatérale (Japon, France, USA, Allemagne) et multilatérale (FAO, PNUD), du budget de fonctionnement du Ministère du Développement Rural et par ailleurs avec les sociétés de développement (SODEFITEX, SAED).

Les unités de formulation importent de la matière active mais aussi des produits formulés, c'est le cas de certaines spécialités.

Toutes les importations sont soumises au préalable à une autorisation dûment examinée par le Service National de la Protection des Végétaux. Ces importations ne cessent de croître et concernent beaucoup plus les insecticides comme le montre le tableau 6 :

PESTICIDES ANNEES	INSECTICIDES	FONGICIDES	HERBICIDES	AUTRES
1984-1985	2 milliards	500 millions	50 millions	80millions
1985-1986	2,5 "	700 "	100 "	85 "
1986-1987	4 "	700 "	500 "	100 "
1987-1988	2,5 "	900 "	600 "	200 "
1988-1989	4,5 "	900 "	700 "	250 "

Tableau 6 : IMPORTATION EN VALEUR CAF en F CFA
Source : DIATTA (F.) (14)

II₂. MARCHÉ DES PESTICIDES

II_{2.1}. CONSOMMATEURS

Le marché des pesticides représentent 5 milliards de F CFA soit :

- 800.000 à 1.000.000 l U.B.V (Ultra Bas Volume)
- 150.000 à 200.000 l C.E. (Concentré émulsionnable)
- 2.000 à 3.000 t P.P (Poudre pour Poudrage)

Ces pesticides sont utilisés au niveau de différents secteurs :

- protection des cultures ;
- protection des stocks et semences ;
- protection des animaux et locaux d'élevage ;
- lutte contre les insectes vecteurs de maladie ;
- lutte antiacridienne et antiaviaire ;
- lutte contre les rongeurs.

La Direction de la Protection des Végétaux est la plus grande consommatrice au Sénégal puis suivent la Société des Fibres et Textiles (SODEFITEX) et la Compagnie Sucrière du Sénégal (C.S.S.) (14).

Pour la protection des cultures maraîchères, l'incidence des frais engagés est de l'ordre 5 à 13 p.100 selon les espèces cultivées ; celle des engrais est de 8 à 15 p.100 . Il est bien connu que la fertilisation des cultures entraîne, du fait de son action sur la végétation, un accroissement de la pression des ravageurs et donc des pertes potentielles. La saison des pluies entraîne la prolifération des ravageurs tels que les insectes et les champignons d'où une utilisation accrue de produits phytosanitaires (7, 10).

II2.2. DISTRIBUTION

Dans le cadre de la nouvelle politique agricole l'Etat du Sénégal se désengage progressivement dans la distribution des pesticides.

La plupart des produits phytosanitaires vendus au Sénégal, sont formulés sur place par le SENCHIM et la SPIA. Ces deux unités avec certaines firmes représentées sur place (RHONE-POULENC, MATEMA et TROPICASEM) ont implanté des points de distribution surtout dans la zone Dakar et Thiès. Une extension du réseau de distribution est entrain de se faire pour couvrir tout le territoire. Des efforts aussi sont entrain de se faire pour mettre à la disposition du maraîcher des emballages à la taille de leur besoin et des produits de qualité suffisante pour assurer une bonne conservation.

II3. REGLEMENTATION

II3.1. REGLEMENTATION

Il existe au Sénégal une législation sur les pesticides. Différents arrêtés interministériels et lois régissent, en matière de produits phytosanitaires : l'emballage (arrêté n° 04747 du 22 avril 1971), l'autorisation provisoire (arrêté n° 8322 du 7 août 1973), les conditions de distribution et de vente (Loi n°84-14 du 2 février 1984), l'agrément et l'homolo-

gation (arrêté n° 5381 du 20 mai 1985, arrêté n° 7780 du 19 Juillet 1990) etc... .

Cette réglementation intéresse les importations, la formulation, la distribution mais concerne peu leur utilisation. En effet des données comme la DL50, la remanence et le délai d'attente n'ont aucune signification au niveau du paysan; l'efficacité étant une question d'odeur ou de couleur et surtout de résultat immédiat. Ce maillon de la chaîne qu'est l'utilisateur des pesticides constitue l'étape la plus délicate dans la gestion des pesticides. Ceci du fait de leur ignorance du danger que peuvent représenter les produits phytosanitaires. Ce volet réglementation doit donc être soutenu par une large information et vulgarisation au niveau du monde rural.

II3.2. CONTROLE

La Direction de la Protection des Végétaux (D.P.V.) assure la supervision de ce volet contrôle. Celui-ci intéresse :

- les importations : elles doivent être conformes à la législation en vigueur ;
- les unités de formulation (emballage, homologation etc... .) ;
- l'environnement et les productions.

Cette dernière étape reflète l'impact de l'utilisation des pesticides et elle est la plus difficile à contrôler parceque nécessitant des moyens importants et surtout un laboratoire multifonctionnel. La D.P.V. est aidée dans cette tâche par :

- le laboratoire de chimie analytique de la faculté de Médecine et Pharmacie de l'Université Cheikh Anta DIOP de Dakar ;
- le laboratoire de Pharmacie toxicologie de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine vétérinaires de Dakar.

- le laboratoire de l'Institut des Sciences de l'environnement.

CHAPITRE III : PESTICIDES ET NOTION DE RESIDU.

III₁. PESTICIDES

III_{1.1}. DEFINITION

"On entend par pesticide toute substance destinée à prévenir, à détruire, à repousser ou à contrôler n'importe quel fléau y compris les espèces de plantes ou d'animaux indésirées durant la production, l'emmagasinage, le transport, la distribution et le traitement des aliments, des productions agricoles ou animales ou toute substance qui peut être administrée pour le contrôle de l'ectoparasitisme.

Le terme inclut les substances destinées à être utilisées comme régulateur de croissance, comme agent défoliant, dessiccant, d'amincissement des fruits, ou d'inhibiteur de pousses et des substances appliquées à la récolte avant ou après la moisson pour protéger les productions de la détérioration durant l'emmagasinage et le transport.

Le terme exclut normalement les fertilisants, les aliments du bétail et nutriments des plantes, suppléments et médicaments vétérinaires". (18).

III_{1.2}. TYPES DE PESTICIDES

Les produits phytosanitaires peuvent être classés en 5 groupes selon leurs propriétés biologiques.

III_{1.2.1}. INSECTICIDES

Ce sont des substances utilisées pour lutter contre les insectes nuisibles aux cultures. Dans ce groupe nous

pouvons citer les organochlorés, les organophosphorés et les pyréthri-noïdes.

Les organochlorés (OC) sont de moins en moins utilisés à cause de leur remanence et de leurs effets néfastes sur l'environnement. Ils sont de plus en plus remplacés par les organophosphorés (OP) et les pyréthri-noïdes.

III1.2.2. FONGICIDES

Ce sont des substances capables de s'opposer aux maladies cryptogamiques des végétaux lorsqu'elles sont répan-dues sur les parties aériennes des végétaux, sur les sols ou sur les semences. Ce groupe comporte des composés organiques par exemple la dithiocarbamate, les dérivés quinoléiques ; mais aussi des composés minéraux tels que les sels de cuivre et d'arsénite.

III1.2.3. HERBICIDES

Ils sont utilisés pour la destruction et le contrôle des espèces végétales indésirables. Parmi ces substances on peut citer les nitrophénols, les carbamates, les triazines, les chlorates, les ammoniums quaternaires, les dérivés de l'urée etc... .

III1.2.4. RODENTICIDES ET RATICIDES

Ils sont utilisés pour la destruction des rongeurs en particulier le rat. Actuellement les produits les plus courants sont les anticoagulants avec les dérivés de la coumarine et de l'indane-dione.

III1.2.5. MOLLUSCICIDES

Ce sont des substances utilisées pour la destruction des mollusques nuisibles à la production ex : Métaldéhyde.

III1.3. PESTICIDES ET CULTURES MARAICHÈRES

Les produits phytosanitaires sont utilisés en maraîchage pour la prévention des maladies des plantes et éventuellement pour traiter ou lutter contre une attaque.

La prophylaxie dépend du type de culture et des maladies auxquelles les plantes sont les plus exposées. Ce type de traitement peut intéresser le sol ou la plante elle-même. Ainsi pour chaque type de culture et selon la zone on a un programme de prophylaxie.

La lutte contre les attaques se fait à la demande. Ces attaques sont plus nombreuses pendant l'hivernage. Elles peuvent être amoindries par une bonne prophylaxie.

Dans les exploitations de type traditionnel, la prévention n'est pas systématique ; de sorte que durant la production, elles sont confrontées à de nombreuses attaques. Les traitements sont effectués par le paysan même ou par l'intermédiaire d'individus faisant du porte à porte. Les principaux problèmes posés sont :

- le diagnostic ;
- le choix du produit ;
- le mélange et la dose d'application ;
- le délai d'attente.

La non-maîtrise de ces paramètres entraîne une mauvaise utilisation des pesticides.

III_{1.4}. DANGER DES PESTICIDES

III_{1.4.1} INTOXICATIONS

Ce sont les manifestations les plus visibles du danger de l'utilisation des pesticides. On distingue les intoxications aiguës et les intoxications chroniques (2, 5, 15, 22, 25).

Lorsqu'elles sont aiguës, elles revêtent un caractère accidentel mais quelque fois elles sont le fait de la déviation de l'utilisation des produits phytosanitaires (empoisonnement, braconage chimique). Le bétail et la faune sont les plus touchés. L'ignorance et les manquements à certaines précautions peuvent exposer aussi l'homme.

La DL₅₀ permet d'apprécier la toxicité aiguë des produits et de les classer en différentes catégories (Tableau 7).

L'exposition et/ou l'ingestion répétée de faible dose sont à l'origine d'intoxication chronique. Dans ce cas, le diagnostic est rendu difficile par l'absence de corrélation entre l'agent causal et la symptomatologie. A ce type d'intoxication, les professionnels et les manipulateurs des pesticides sont les plus exposés (5, 37).

Par l'intermédiaire de l'environnement (air, eaux) et la nourriture (résidus) la santé publique est ainsi menacée. La portion la plus vulnérable est représentée par les femmes enceintes ou allaitantes, les enfants et les malades chroniques.

Aiguës ou chroniques, ces intoxications présentent des symptomatologies variées du fait même de la diversité des pesticides et de leur mécanisme d'action (4, 22, 25)

Si les intoxications sont manifestes, la pollution l'est moins.

III_{1.4.2}. POLLUTION

Les pesticides, après leur utilisation, sont dispersés dans l'air, sur les eaux de surface, sur le sol et dans les eaux souterraines (5). La destruction des emballages et du reste du liquide de traitement constitue deux facteurs importants à considérer dans la contamination des différents écosystèmes. Le mouvement de l'air et des eaux contribue à

	DL 50 AIGUE EN MG/KG DE POIDS VIF CHEZ LE RAT			
	ORALE		DERMALE	
	SOLIDE	LIQUIDE	SOLIDE	LIQUIDE
Ia Extrêmement dangereux "très toxique"	< 5	< 20	< 10	< 40
Ib Très dangereux "Toxique"	5 - 50	20 - 200	10 - 100	40 à 400
II Modérément dangereux "Nocif"	50 - 50	200 - 2000	100 - 1000	400 à 4000
III Peu dangereux "Attention"	> 500	> 2000	> 1000	> 4000

TABLEAU 7: CLASSIFICATION DES PRODUITS EN FONCTION DE LEUR DL50

* Source : BELANGER (A.) (5)

l'extension de ce phénomène. Par différents vecteurs, les produits phytosanitaires atteignent les plantes, les invertébrés et les vertébrés. Toute la chaîne alimentaire étant ainsi affectée, l'homme, se trouvant au bout, n'est pas épargné.

Les reptiles et les insectes entomophages et pollinisateurs sont souvent victimes de ces pesticides. Les poissons sont très sensibles à certains composés. L'accumulation des pesticides organochlorés dans les oeufs et les graisses de poisson entraîne des troubles de la reproduction.

Chez les oiseaux l'accumulation des substances tel que le DDT dans l'organisme entraîne une fragilisation de la coquille des oeufs et la dégénérescence des cellules reproductrices (31).

A ces exemples d'action directe, s'ajoutent des actions indirectes par modification de l'environnement soit par une dégradation de l'habitat soit par la raréfaction de la nourriture.

L'amplitude écotoxicologique dépend de plusieurs facteurs (5) :

- type de pesticides ;
- formulation ;
- dose d'application ;
- mode d'application ;
- composition du réseau trophique.

Le "biomonitoring" est utilisé pour suivre l'impact des pesticides sur l'environnement (12).

A la pollution de l'environnement s'ajoute celle des productions. En effet le non respect des règles de bonnes pratiques agricoles en matière de produits phytosanitaires se traduit par la présence de résidus de pesticides dans les

productions. La rémanence du produit, la dose d'application et surtout le délai d'attente influent beaucoup sur le taux de résidu. Avec certaines pratiques, les productions agricoles et animales peuvent représenter un danger pour l'homme.

III_{1.4.3.} RESISTANCE

De nombreux insecticides sont connus pour entraîner dans un laps de temps relativement court, après leur introduction, le développement d'une résistance chez des ravageurs spécifiques (23). Le phénomène de résistance a été observé pour la première fois en 1908 chez une espèce de cochenille (*Aspidiotus perniciosus*) à l'égard d'un insecticide à base de sulfure de calcium dans l'Etat de Washington. Cette résistance se traduit par une insensibilité soudaine de certains ravageurs à un produit qui leur était toxique.

Cette résistance est le fait soit d'une mauvaise utilisation (dosage - abus) ou soit d'une absence de diversification des traitements qui permet aux ravageurs de s'accomoder à une substance et de développer finalement une résistance (6).

III_{1.4.4.} RISQUE POUR L'HOMME

Avant même la mise sur le marché des pesticides, certaines études sont menées pour évaluer la toxicité et les risques que peuvent entraîner ces substances. Ces études expérimentales sont faites sur des animaux de laboratoire et intéressent :

- la toxicité aiguë ;
- la toxicité chronique ;
- l'irritation et la sensibilisation allergique ;
- l'effet mutagène ;
- la toxicité à court terme ou sub-chronique ;
- la toxicité à long terme et le pouvoir carcinogène ;
- l'embryotoxicité et les effets sur la reproduction.

Les résultats obtenus ne sont pas toujours transposables d'une espèce à une autre (2).

L'accumulation de certains produits au sein de l'organisme n'est plus à démontrer (11, 24, 27, 31). C'est pourquoi dans le cadre de l'OMS et de la FAO le risque est toujours considéré. Ainsi certains paramètres sont définis pour minimiser ces risques à partir des productions animales et végétales (18, 28, 29, 30).

III₂. NOTION DE RESIDU DE PESTICIDES

III₂.1. DEFINITION

"On entend par résidu de pesticide n'importe quelle substance spécifiée contenue dans les aliments, les productions agricoles ou animales résultant de l'utilisation d'un pesticide.

Le terme désigne n'importe quel dérivé de pesticide comme la conversion des produits, les métabolites, les produits de réaction et les impuretés considérées comme ayant une signification toxicologique" (18).

III₂.2. BONNES PRATIQUES AGRICOLES DANS L'UTILISATION DES PESTICIDES

C'est l'usage officiellement recommandé ou autorisé des pesticides à n'importe quel niveau de la production, l'emmagasinage, le transport, la distribution et la transformation des productions, qui prend en compte le minimum de quantité nécessaire pour obtenir un contrôle adéquat de manière à laisser un résidu qui soit le plus petit possible et qui soit toxicologiquement acceptable (18).

III₂.3. DOSE JOURNALIERE ADMISSIBLE (D.J.A.)

C'est la dose quotidienne qui, prise durant toute une vie apparaît comme étant sans risque appréciable à la santé du consommateur, sur la base de toutes les connaissances au moment de l'évaluation du produit chimique par la FAO et OMS (18).

Elle est exprimée en mg de résidu par kg de poids vif. Elle est calculée à partir de la dose sans effet (D.S.E.) par administration répétée à laquelle on affecte un coefficient de sécurité 10^{-2} ou 10^{-3} selon que le produit est tératogène ou non.

III₂.4. LIMITE MAXIMUM DE RESIDU (L.M.R.)

C'est la concentration maximale pour un résidu de pesticide résultant de l'utilisation de ce dernier conformément aux règles de bonnes pratiques agricoles recommandées par exemple par le Codex Alimentarius ; pour être légalement permise ou reconnue dans ou sur un aliment, une production végétale ou animale (4). Elle est exprimée en ppm (mg de résidu par kg d'aliment). La détermination de la L.M.R. est basée sur des essais supervisés par les experts de la F.A.O. et de l'O.M.S.. Le tableau 8 donne quelques exemples de L.M.R d'endosulfan et de diméthoate sur certaines productions.

PRODUITS	PRODUCTIONS	L.M.R. (ppm)
ENDOSULFAN	Carottes	0,2
	Fruit	2
	Oignon	0,2
	Pomme de terre	0,2
	Riz	0,1
	Patate douce	0,2
	Thé	30
	Autres légumes	2
DIMETHOATE	Citron	2
	Raisin	2
	Piment	1
	Fraise	1
	Tomate	1
	Autres légumes	2

Tableau 8 : EXEMPLE DE L.M.R. D'ENDOSULFAN ET DE DIMETHOATE SUR QUELQUES PRODUCTIONS.

* Source : Codex Alimentarius (18).

CONCLUSION 1ère PARTIE

Le maraîchage constitue un secteur assez important dans l'économie sénégalaise. Son intensification passe inévita-

blement par l'utilisation systématique des produits phytosanitaires. Cependant la plus grande proportion des exploitations sont de type traditionnel c'est-à-dire gérées par des paysans qui ne maîtrisent pas l'utilisation des pesticides et les dangers qu'ils peuvent entraîner. Dans le cadre de la gestion des pesticides, le contrôle est assez stricte au niveau des producteurs et importateurs de produits phytosanitaires mais l'est moins au niveau des utilisateurs.

DEUXIEME PARTIE :

ETUDE EXPERIMENTALE

Elle comporte deux chapitres :

- le premier est consacré aux matériel et méthodes;
- le deuxième aux résultats et discussions.

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I₁. MATERIEL

I_{1.1}. MILIEU PHYSIQUE

Une exploitation maraîchère de type traditionnel a servi de champ d'expérimentation dans la région de Dakar plus précisément à Thiaroye. Cette région présente une saison sèche allant de novembre à juin avec des températures moyennes minimales d'environ 17°C et une moyenne des maxima de 24°C. La saison humide s'étale de juillet à octobre avec des températures élevées ; la moyenne des maxima est proche de 31°C. La pluviométrie varie de 300 à 800 mm/an.

Les moyens utilisés pour la culture sont de type traditionnel et l'eau de la nappe de surface a servi pour l'arrosage des plantes.

I_{1.2}. MATERIEL VEGETAL

Deux types de cultures sont utilisés : la tomate et la laitue.

La tomate appartient au genre solanae, cultivée pour leur fruit alimentaire. Il existe plusieurs variétés ; la variété cultivée est une sélection du centre pour le développement de l'horticulture "xeeweli nawet".

La laitue appartient au genre composae, elle est cultivée pour ses feuilles utilisées dans les salades.

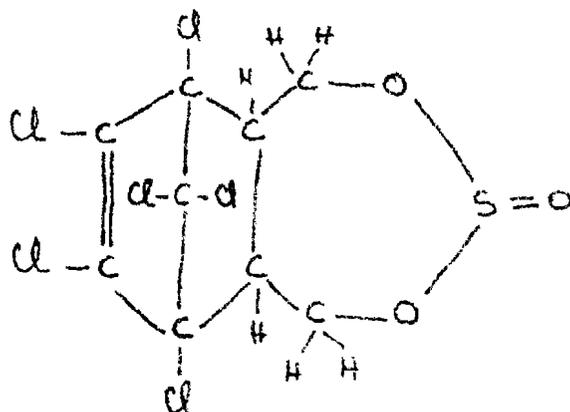
I_{1.3}. PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Le THIODAN^R et le SYSTOATER ont été utilisés pour le traitement des planches.

La cyperméthrine a servi d'étalon interne pour certaines analyses.

I_{1.3.1}. THIODAN^R

L'endosulfan qui est la matière active du THIODAN^R est un ester de sulfite d'un diolcyclique chloré. L'endosulfan présente deux isomères L et B et sa formule développée est la suivante :



Formule développée de l'endosulfan

L'endosulfan contient de l'oxygène et du soufre dans un groupement sulfite fonctionnel. De par ce groupement sulfite le composé se distingue nettement des hydrocarbures organochlorés tant sur le plan des propriétés chimiques et des effets physiques que sur celui de son comportement dans l'environnement (23).

L'endosulfan peut être présenté dans toutes sortes de formulation ; le concentré émulsionnable a 35 p.100 de matière active a été utilisé.

Il est utilisé comme insecticide et acaricide de contact à large spectre. Il est efficace contre les chenilles, les jassides, les coléoptères, les pucerons et les acariens.

Sa persistance d'action est de 7 jours et le délai d'attente est de 15 jours. La DL₅₀ orale chez le rat est de 80 à 110 mg/kg et la D.J.A pour l'homme est de 0,008 mg/kg.

I1.3.2. SYSTOATER^R

La matière active du SYSTOATER^R est le diméthoate qui est un organophosphoré du groupe des thionothiophosphates .

Le diméthoate technique se présente sous forme de cristaux grisâtres avec une pureté supérieure ou égale à 96 p.100 .

Le SYSTOATE 40^R est un concentré émulsionnable dans l'eau contenant 40 p.100 de diméthoate. C'est un insecticide et un acaricide de contact mais il est aussi systémique. Il est utilisé contre les insectes vecteurs de maladies et dans le traitement des cultures. Il est efficace contre les jassides, les thrips, les pucerons, les cochenilles, les mouches, les coléoptères et les acariens. La persistance d'action est de 14 à 21 jours et le délai d'attente est de 15 jours. La DL₅₀ orale chez le rat est de 500 mg/kg et la D.J.A. pour l'homme est de 0,002 mg/kg.

I1.3.3. CYPERMETHRINE

La cyperméthrine a été choisie comme étalon interne dans l'analyse quantitative des extraits de laitue. L'étalon interne est une substance présentant un pic assez voisin du composé à étudier. De plus son comportement doit être voisin de celui du composé à étudier (26). La cyperméthrine technique est présentée sous forme de poudre grisâtre avec une pureté supérieure ou égale à 94 p.100.

I1.4. PULVERISATEUR

Le pulvérisateur à dos, à pression maintenue est utilisé pour faire le traitement des planches. Il comporte :

- un réservoir dans lequel la solution du produit est introduite ;
- une pompe à pression mécanique ;
- une rampe d'aspersion munie d'une buse d'où sort le liquide sous pression.

I1.5. CHROMATOGRAPHE EN PHASE GAZEUSE

La chromatographie est une méthode de séparation des constituants d'un mélange, fondée sur leur adsorption sélective par des solides pulvérulents ou sur leur partage entre deux solvants.

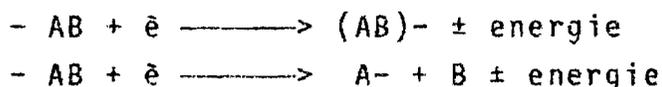
I1.5.1. PRINCIPE

La chromatographie en phase gazeuse comprend essentiellement :

- une chambre d'injection ;
- une colonne de séparation ;
- un détecteur ;
- un ensemble amplificateur et enregistreur.

Les 3 premiers éléments sont chauffés et thermostatés aux températures qui conviennent.

Le type de détecteur utilisé est celui à capture d'électron. son fonctionnement est basé sur l'électronégativité des substances éluées ; ces dernières sont capables de former des ions négatifs par capture d'électron selon deux procédés :



Ainsi chaque fois qu'une substance électrophile pénètre dans la chambre d'ionisation on a une diminution du courant de base qui se traduit par un pic sur le chromatogramme

I1.5.2. ANALYSE QUALITATIVE

Sur une colonne donnée et dans des conditions données le temps de rétention d'une substance est caractéristique mais elle n'est pas spécifique.

Les analyses ont été faites dans les conditions suivantes :

- colonne capillaire : * 3 p.100 OV/17 ou
Carbosorb ;
 - * WH8 100-120 Mesh ;
 - * 2 m x 1 ;
 - * 350° C ;
- gaz vecteur : Azote 30 ml/mn ;
- détecteur E.C.D 350°c ;
- chambre d'injection 350°c.

I1.5.3. ANALYSE QUANTITATIVE

A chaque pic correspond un temps de rétention et l'aire du pic est directement donnée par le chromatogramme. Cette aire est proportionnelle à la quantité de substance injectée dans l'appareil. Il existe plusieurs méthodes de calcul pour déterminer cette quantité et celles utilisées sont :

- la méthode avec étalon externe ;
- la méthode avec étalon interne.

I1.6. BALANCES

Deux types de balances ont été utilisés :

- Une balance pour la pesée des substances techniques pour la préparation des étalons avec une précision de 1/10.000 de gramme ;
- une balance pour la pesée des échantillons avec une précision de 1/100 de gramme.

I1.7. AGITATEUR UNIVERSEL "AGITEST"R

C'est un agitateur oscillant avec une fréquence réglable jusqu'à 1700 coups par minute. Il est muni de pinces spéciales "Trigrip" avec lesquelles on peut fixer les ballons lors de l'extraction. Il possède aussi une minuterie de 0 à 60 minutes pour arrêt automatique.

I1.8. VERRERIE

- ballons avec bouchons en verre (100 ml et 200 ml) ;
- Erlenmeyer ;
- verre à pied ;
- pipettes ;
- entonnoir.

Avant chaque analyse toute la verrerie est plongée dans un bain d'acide nitrique pendant une nuit, rincée à l'eau de robinet puis à l'eau distillée avant d'être mise à l'étuve pour le séchage.

I1.9. MORTIER ET PILON

Ils sont utilisés pour le broyage des échantillons.

Après chaque opération ils sont lavés à l'eau, rincés avec du solvant et séchés.

I1.10. CHLORURE DE CALCIUM

Le chlorure de calcium anhydre est utilisé pour absorber l'eau des solutions après l'extraction. Il se présente sous forme de poudre blanche.

I1.11. XYLENE

C'est un solvant organique dérivé du pétrole. Il est capable de solubiliser l'endosulfan.

I2. METHODE

I2.1. METHODE DE CULTURE

De la tomate est semée sur une pépinière où elle est laissée pendant un mois. Ensuite les plantes sont repiquées sur des planches où elles continueront leur croissance. La surface d'une planche est estimée à 3 m². Aussi bien pour le THIODAN^R que pour le SYSTOATER^R, quatre planches feront l'objet de

traitement et une planche est conservée sans subir de traitement.

Le même protocole est observé avec la laitue sauf que la durée au niveau de la pépinière est de 3 semaines.

I2.2. METHODE DE TRAITEMENT DES PLANCHES

La tomate a été traitée après la floraison et au stade de la fructification tandis que la laitue a été traitée 3 semaines après le repiquage.

Les quatre planches traitées au diméthoate sont identifiées par lettres D₁, D₂, D₃ et D₄ et les planches traitées à l'endosulfan E₁, E₂, E₃ et E₄.

Les traitements sont effectués avec le pulvérisateur et une solution des différents concentrés emulsionnable dans l'eau. Ainsi les solutions suivantes sont réalisées :

- Diméthoate : 10 ml SYSTOATE 40R/10 l d'eau ;
- Endosulfan : 15 ml THIODAN 35R/10 l d'eau.

Avec les solutions ci-dessus, la tomate a été traitée à la dose d'un litre par planche et la salade à la dose de deux litres par planche.

I2.3. METHODE DE PRELEVEMENT

Pour la tomate les prélèvements ont intéressé les fruits.

L'échantillonnage s'est effectué de façon aléatoire et simple en choisissant au hasard quelques fruits au niveau de chaque planche, indépendamment les uns des autres.

Pour la laitue les prélèvements intéressent la plante entière. Au hasard, une botte de laitue est choisie au niveau de chaque planche. Les prélèvements sont faits au cours du

temps au rythme d'un prélèvement par 5 jours jusqu'à J20 après le traitement.

Ainsi pour chaque culture on obtient quatre séries 1, 2, 3 et 4.

Chaque prélèvement est identifié par la planche (E₁, D₁, E₃, D₄ ou E_A etc) et par le numéro de série (1, 2, 3 ou 4). Ils sont ensuite mis dans un sachet en plastique puis dans une glacière.

I2.4. METHODE D'EXTRACTION

I2.4.1. PREPARATION DES ECHANTILLONS.

Les prélèvements sont lavés sous un courant d'eau. Pour les prélèvements de salade, les feuilles les plus externes et les racines sont coupées. Les fruits de tomates et les feuilles de laitues sont égouttés puis pesés. Le poids obtenu représente la prise d'essai (Pe). Les poids des différents échantillons figurent dans les tableaux 9 à 16.

I2.4.2. BROYAGE

L'échantillon pesé est mis dans le mortier et est découpé en petits morceaux. Il est ensuite broyé avec le pilon en présence de sable fin et de solvant jusqu'à l'obtention d'une purée homogène.

I2.4.3. AGITATION

Chaque broyat est récupéré dans un ballon qui est fermé ensuite avec un bouchon en verre. Les ballons sont placés sur l'agitateur et sont traités pendant 45 mn. L'opération est répétée et les filtrats collectés.

I2.4.4. FILTRATION

L'extrait après agitation est filtré à l'aide d'un papier filtre sur lequel on dépose du chlorure de calcium anhydre. Le chlorure de calcium est utilisé pour absorber l'eau. Le filtrat est recueilli dans un ballon et est ramené à 100 ml avant d'être analysé.

Dans le cas d'une analyse avec un étalon interne, on ajoute une quantité de cyperméthrine avant de ramener le volume de l'extrait à 100 ml. Les volumes d'extraction et les concentrations éventuelles en cyperméthrine figurent dans les tableaux 9 à 16.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	34,15	100
D2	22,51	"
D3	23,82	"
D4	44,15	"
E1	22,23	"
E2	27,84	"
E3	29,29	"
E4	32,03	"
TEMOIN	29,08	"

Tableau 9 : Tomate - série 1 ; Poids de l'échantillon en g et volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	27,14	100
D2	24,63	"
D3	23,28	"
D4	35,43	"
E1	43,44	"
E2	25,56	"
E3	24,06	"
E4	24,18	"

Tableau 10 : Tomate - série 2 ; Poids de l'échantillon en g et volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	58,28	100
D2	41,40	"
D3	41,99	"
D4	46,93	"
E1	50,41	"
E2	43,30	"
E3	53,52	"
E4	32,07	"

Tableau 11 : Tomate - série 3 ; Poids de l'échantillon en g volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	64,27	100
D2	51,20	"
D3	52,83	"
D4	43,78	"
E1	69,32	"
E2	50,36	"
E3	49,61	"
E4	38,13	"

Tableau 12 : Tomate - série 4 ; Poids de l'échantillon en g volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	31,72	100	0,1
D2	31,39	"	"
D3	33,42	"	"
D4	32,74	"	"
E1	33,07	"	"
E2	31,27	"	"
E3	31,92	"	"
E4	33,58	"	"
TEMOIN	33,47	"	"

Tableau 13 : Laitue - série 1 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	32,90	100	0,036
D2	31,19	"	"
D3	30,28	"	"
D4	32,78	"	"
E1	31,94	"	" 0,1
E2	32,70	"	"
E3	32,11	"	"
E4	33,75	"	"

Tableau 14 : Laitue - série 2 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	30,24	100	0,1
D2	15,10	50	"
D3	44,80	100	"
D4	30,96	"	"
E1	30,55	"	"
E2	32,61	"	"
E3	31,52	"	"
E4	31,02	"	"

Tableau 15 : Série 3 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	30,07	100	0,1
D2	32,61	"	"
D3	33,18	"	"
D4	33,59	"	"
E1	31,47	"	"
E2	32,61	"	"
E3	33,18	"	"
E4	33,59	"	"

Tableau 16 : Laitue - série 4 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

I2.5. METHODE D'ANALYSE

L'analyse a été faite par la chromatographie en phase gazeuse. Pour l'analyse des extraits de tomate la méthode avec étalon externe a été utilisée tandis que pour les extraits de laitue, on a utilisé la méthode avec étalon interne.

I2.5.1. METHODE D'ANALYSE AVEC ETALON EXTERNE

Un étalon ou standard est préparé en dissolvant une quantité connue d'endosulfan technique dans du xylène.

L'analyse de l'étalon permet de déterminer le temps de rétention de l'endosulfan et de lire l'aire du pic sur le chromatogramme.

L'analyse des échantillons permet de connaître l'aire correspondant à la quantité d'endosulfan injectée.

La teneur en résidu est donnée par la formule :

$$T = \frac{Cs \times Vs \times Ae \times Vex}{As \times Ve \times Pe}$$

- Cs = Concentration du standard en mg/ml
- Vs = Volume injecté du standard en ml
- Ae = Aire essai
- Vex = Volume d'extraction en ml
- Ve = Volume injecté de l'essai en ml
- As = Aire standard
- Pe = Poids de l'échantillon en kg
- T = Taux de résidu en ppm.

Le volume d'injection est maintenu constant donc :

$$T = \frac{Cs \times Ae \times Vex}{As \times Pe}$$

12.5.2. METHODE D'ANALYSE AVEC ETALON INTERNE.

Un étalon est préparé avec du xylène, de la matière technique d'endosulfan, de diméthoate et de cyperméthrine.

L'analyse de l'étalon permet de calculer le facteur de référence (Rf) qui est un coefficient de proportionnalité utilisé dans le calcul du taux de résidu. Il permet de déterminer le rapport des quantités d'endosulfan et de cyperméthrine en connaissant le rapport de leurs aires fournies par le chromatogramme.

$$Rf = \frac{As \text{ (cyp)}}{As \text{ (end)}} \times \frac{Cs \text{ (end)}}{Cs \text{ (cyp)}}$$

As (cyp) = Aire cyperméthrine standard

As (end) = Aire d'endosulfan standard

Cs (end) = concentration endosulfan standard

Cs (cyp) = concentration cyperméthrine.

L'analyse des échantillons permet de lire leurs aires endosulfan et cyperméthrine. Le taux de résidu est donné par la formule :

$$T = Rf \times \frac{Ae \text{ (end)}}{Ae \text{ (cyp)}} \times \frac{Ce \text{ (cyp)}}{Pe} \times \frac{Ve}{Pe}$$

Ae (end) = Aire d'endosulfan essai

Ae (cyp) = Aire cyperméthrine essai

Ce (cyp) = Concentration cyperméthrine essai (g/ml)

Ve = volume d'extraction (ml)

Pe = poids échantillon en kg.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

II₁. RESULTATS

Les résultats des analyses sont représentés par les aires diméthoate, endosulfan ou cyperméthrine lues sur le chromatogramme et les taux de résidu calculés. Ces résultats sont consignés dans les tableaux de 17 à 33.

Les tableaux 34 et 35 donnent les valeurs moyennes des taux de résidu et leur intervalle de confiance.

Les figures de 1 à 4 représentent les histogrammes des taux de résidu moyens.

Les figures de 5 à 8 représentent les courbes d'évolution des taux de résidu sur les différentes cultures.

Enfin la figure 9 est une courbe de décroissance des taux de résidu d'endosulfan sur une culture de laitue pommée après deux traitements de 0,6 l de THIODAN 35 CER/ha.

	Concentration endosulfan mg/ml	Concentration Dyméthoate mg/ml	Aire endosulfan	Aire Dyméthoate
Etalon Externe	0,34	0,26	894, 2539	1165, 3123

Tableau 17 : Concentrations des produits dans l'étalon externe et aires correspondantes.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	5,1386	3,43
D2	64,1999	65,02 *
D3	4,2132	4,03
D4	7,3506	3,79
TEMOIN	-	-

Tableau 18 : Tomate série 1 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J5 après le traitement.

* Taux très élevé s'explique par une contamination.

	Aire endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	2,8440	4,86
E2	2,6632	3,63
E3	3,6850	4,78
E4	4,6969	5,57
TEMOIN	-	-

Tableau 19: Tomate série 1 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J5 après le traitement.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	2,9040	1,52
D2	5,0297	4,48
D3	2,2745	2,15
D4	4,4967	4,24

Tableau 20 : Tomate série 2 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J10 après le traitement.

	Aire Endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	1,6059	2,24
E2	3,4144	5,26
E3	-	-
E4	-	-

Tableau 21 : Tomate série 2 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J10 après le traitement.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	10,6254	4,15
D2	9,3262	4,84
D3	12,6196	6,85
D4	14,1895	6,89

Tableau 22 : Tomate série 3 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J15 après le traitement.

	Aire endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	0,8259	0,62
E2	-	-
E3	-	-
E4	-	-

Tableau 23 : Tomate série 3 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J15 après le traitement.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	2,5021	0,88
D2	1,8896	0,84
D3	2,9124	1,25
D4	2,3783	1,23

Tableau 24 : Tomate série 4 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J20 après le traitement.

	Aire endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	-	-
E2	-	-
E3	-	-
E4	-	-

Tableau 25 : Tomate série 4 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J20 après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE DE DYMETHOATE	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	126,2055	263,8262	-
D1	3,6644	3,6523	11,00
D2	2,8902	2,8045	10,81
D3	*	*	*
D4	3,6313	3,0071	8,85
TEMOIN	3,0865	-	-

Tableau 26 : Laitue - série 1 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J5 après le traitement.

* Extrait renversé

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE D'ENDOSULFAN	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	3,8938	1739,4108	-
E1	5,6185	24,8154	7,34
E2	2,4507	10,4786	7,52
E3	24,7197	64,6585	4,50
E4	3,0971	9,7220	5,14
TEMOIN	3,0865	-	-

Tableau 27 : Laitue - série 1 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J5 après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE DE DYMETHOATE	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	186,6248	110,3385	-
D1	10,6270	6,3370	8,07
D2	6,3458	2,6178	5,89
D3	2,4025	1,2396	7,59
D4	8,6139	4,2264	6,66

Tableau 28 : Laitue - série 2 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J10 après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE D'ENDOSULFAN	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	9,5852	967,3680	-
E1	5,9343	53,9971	6,55
E2	2,7615	25,8590	6,58
E3	2,3216	9,3101	2,87
E4	15,9129	59,8538	2,56

Tableau 29 : Laitue - série 2 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J10 après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE DE DYMETHOATE	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	1,1800	24,9457	-
D1	5,3699	6,5438	1,37
D2	16,3508	3,8916	0,26
D3	43,3211	10,4727	0,18
D4	4,0162	1,8207	0,49

Tableau 30 : Laitue - série 3 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J₁₅ après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE D'ENDOSULFAN	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	1,8339	2155,5672	-
E1	2,1661	105,3366	3,19
E2	2,5663	89,7628	2,14
E3	3,9042	100,4436	1,63
E4	1,5634	56,0477	2,31

Tableau 31 : Laitue - série 3 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J₁₅ après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE DE DYMETHOATE	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	42,3610	85,4232	-
D1	9,7286	2,2662	2,80
D2	8,0672	2,3439	3,24
D3	4,5141	2,9475	7,12
D4	7,5463	2,6831	3,83

Tableau 32 : Laitue - série 4 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J₂₀ après le traitement.

	THRINE	D'ENDOSULFAN	RESIDU (ppm)
ETALON	2,4126	1552,9687	-
E1	8,4571	7,9632	0,08
E2	12,3301	11,8757	0,08
E3	10,1079	14,5425	0,13
E4	15,5040	13,3706	0,07

Tableau 33 : Laitue - série 4 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J₂₀ après le traitement.

	Série 1 J 5	Série 2 J 10	Série 3 J 15	Série 4 J 20
Taux de résidu moyen de diméthoate	3,75 ± 0,34	3,09 ± 1,48	5,68 ± 1,39	1,05 ± 0,22
Taux de résidu moyen d'endosulfan	4,71 ± 0,80	1,87 ± 2,49	0,15 ± 0,31	-

Tableau 34: Taux de résidu moyen de diméthoate et endosulfan sur une culture de tomate.

	Série 1 J 5	Série 2 J 10	Série 3 J 15	Série 4 J 20
Taux de résidu moyen de diméthoate	10,22 ± 1,37	7,05 ± 0,97	0,57 ± 0,54	4,24 ± 1,96
Taux de résidu moyen d'endosulfan	6,12 ± 1,53	4,64 ± 2,22	2,31 ± 0,64	0,09 ± 0,02

Tableau: 35 Evolution du taux de résidu moyen d'endosulfan et de diméthoate et endosulfan sur une culture de laitue.

Figure 1 : Taux de résidu moyen de diméthoate sur la culture de tomate

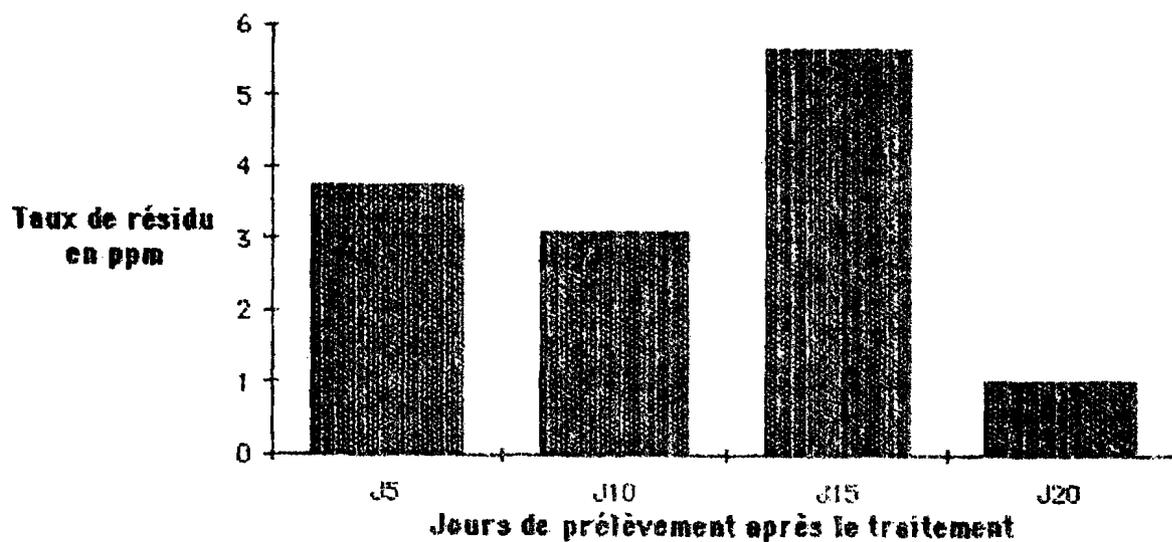


Figure 2 : Taux de résidu moyen de diméthoate sur la culture de laitue

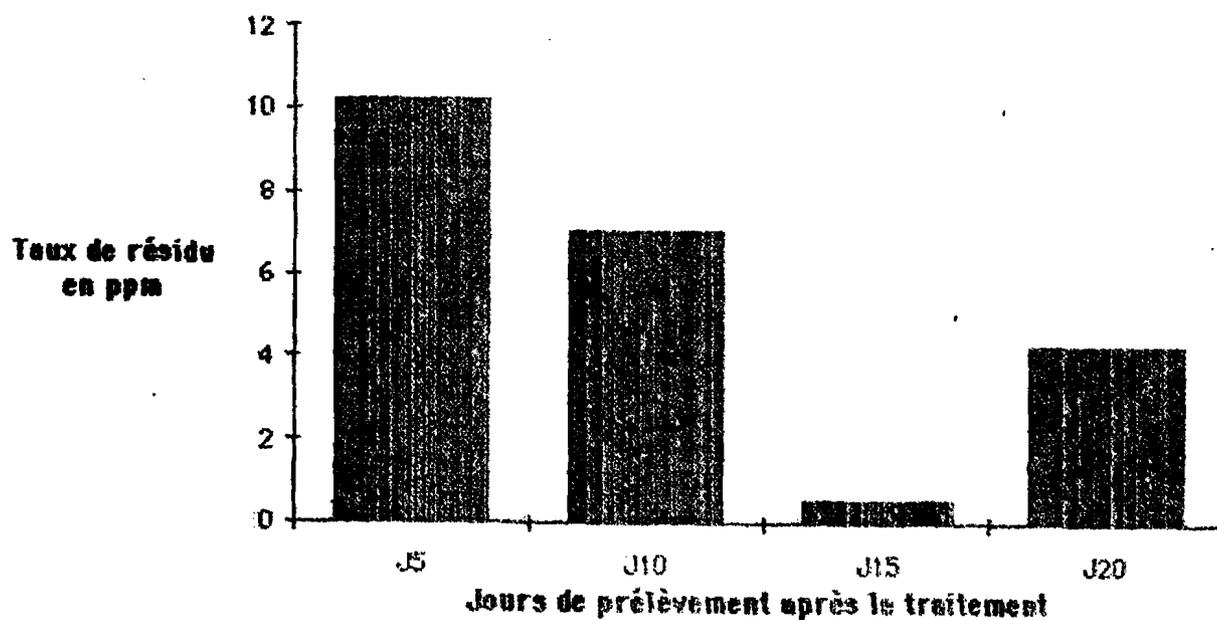


Figure 3 : Taux de résidu moyen d'endosulfan sur la culture de tomate

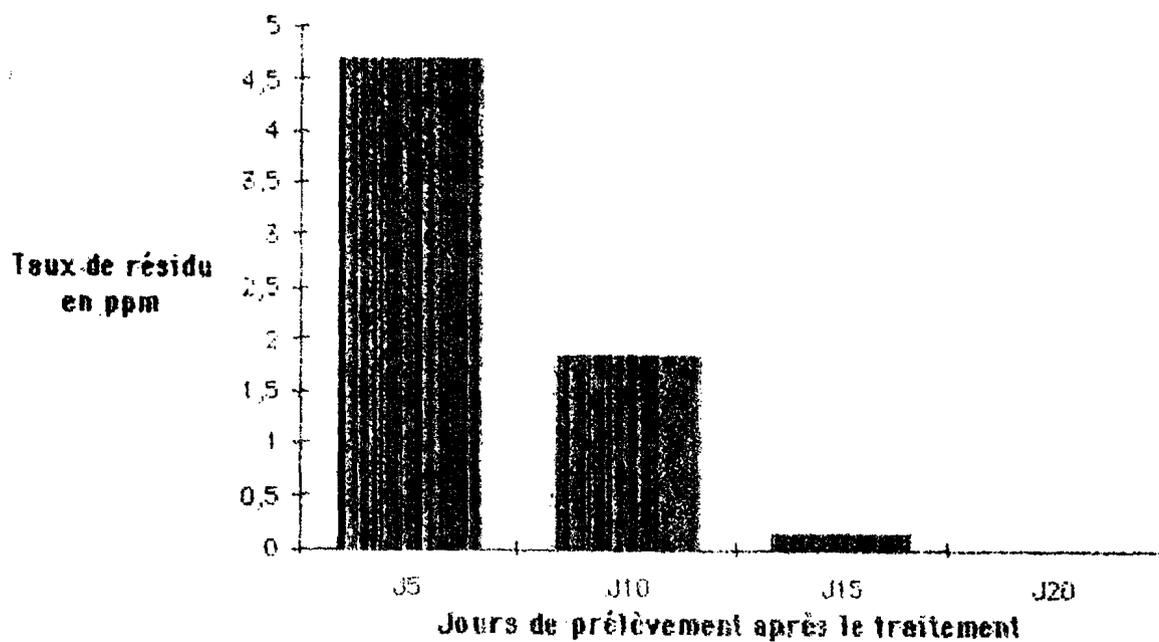


Figure 4 : Taux de résidu moyen d'endosulfan sur la culture de laitue

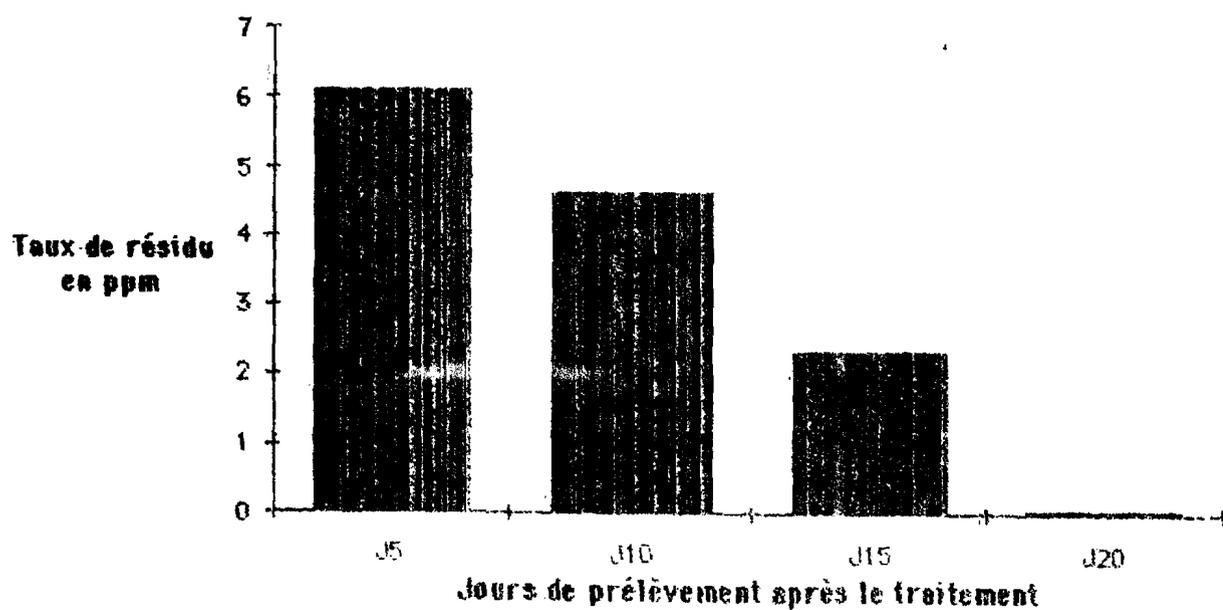


Figure 5 : Taux de résidu moyen de diméthoate sur la culture de tomate

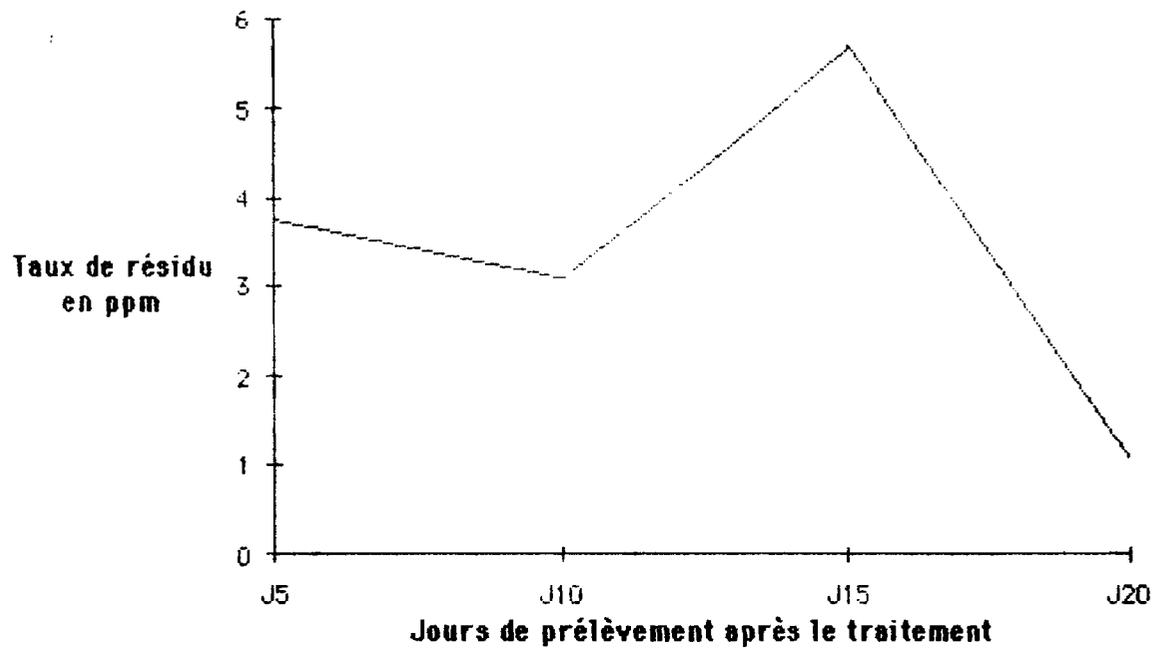


Figure 6 : Taux de résidu moyen de diméthoate sur la culture de tomate

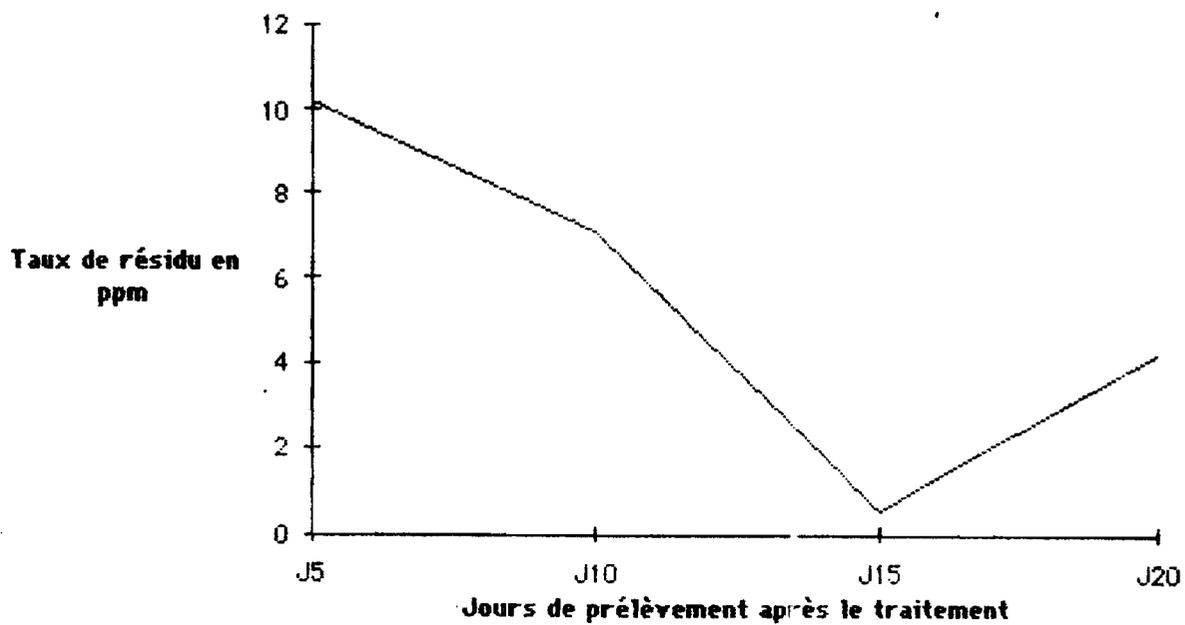


Figure 7 : Taux de résidu moyen d'endosulfan sur la culture de tomate

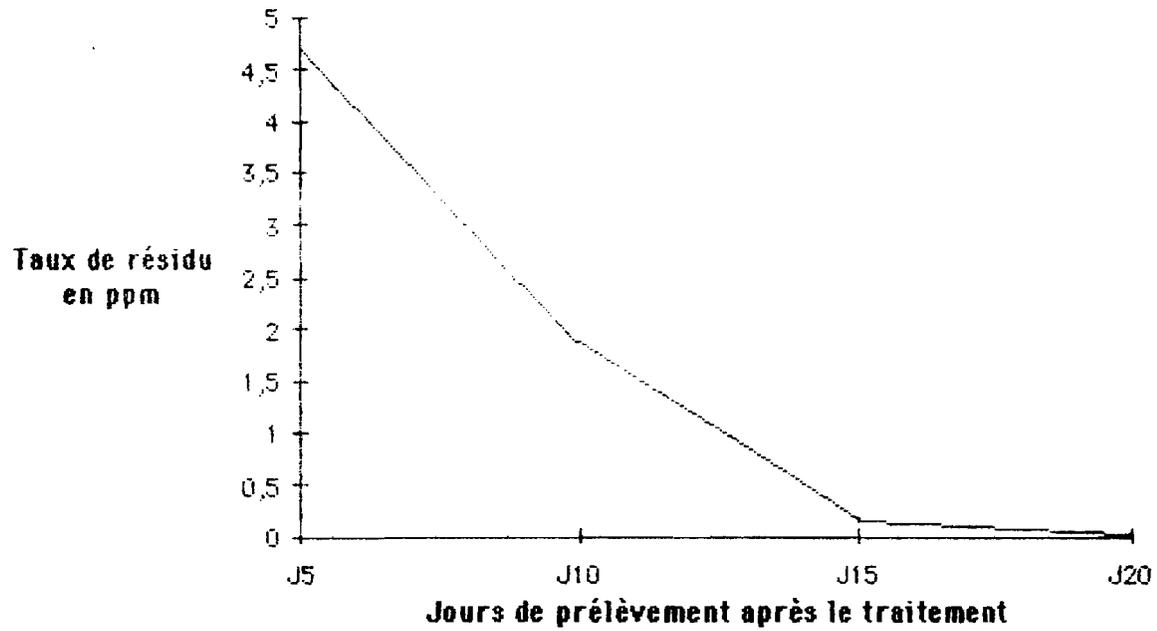


Figure 8 : Taux de résidu moyen d'endosulfan sur la culture de laitue

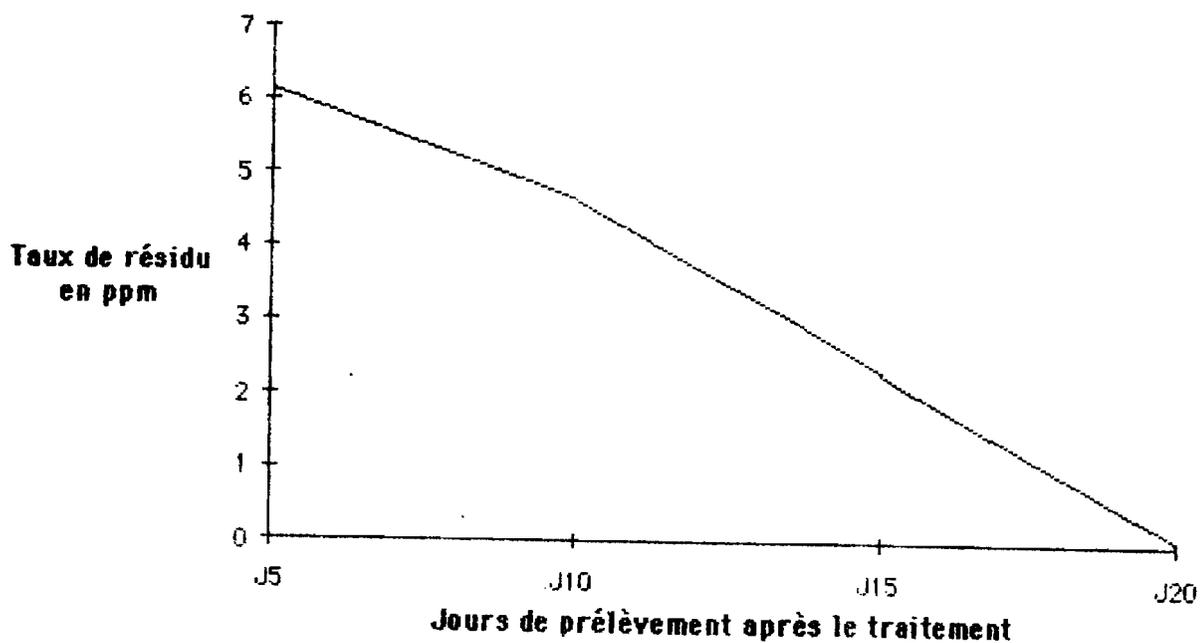
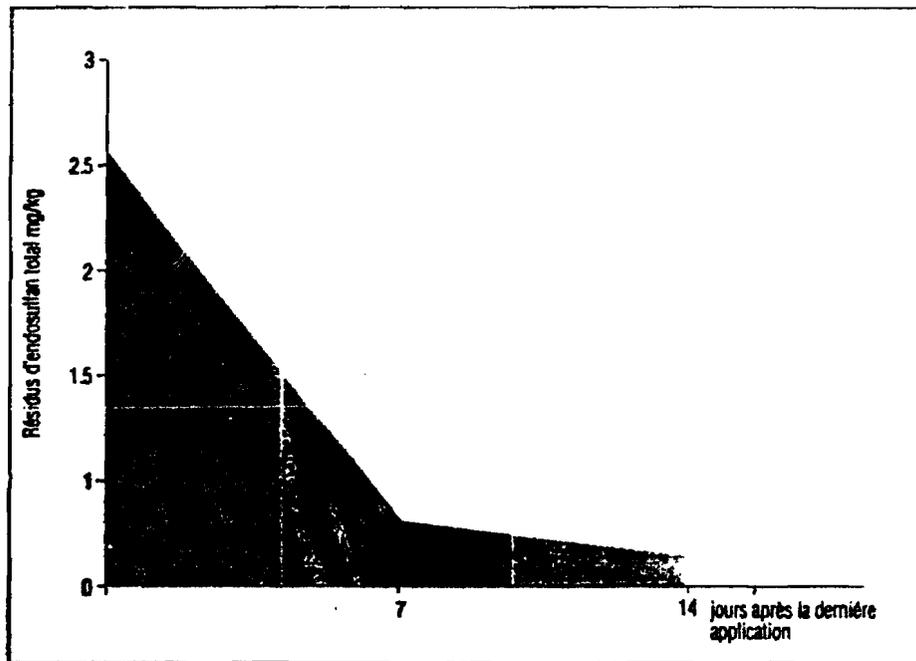


Fig 9: courbe de la baisse des résidus de Thiodan 35 CE sur la laitue pommée
2 applications de 0.6 l/ha chacune



II 2 DISCUSSIONS.

II 2.1 CHOIX DES CULTURES

La tomate est choisie parce que sa culture nécessite systématique l'utilisation de produits phytosanitaires pour faire face aux multiples attaques auxquelles elle est sensible. Elle constitue une culture exemple, susceptible d'être l'objet de résidu de pesticide.

La laitue est une plante utilisée comme modèle d'étude de l'évolution des taux de résidu sur les cultures.

II 2.2 CHOIX DES PRODUITS ET DES DOSES

L'endosulfan comme le diméthoate sont des produits utilisés à grande échelle. Les cultures sur lesquelles ils peuvent être appliqués sont nombreuses; coton, légumes, soja, riz, céréales, tournesol, sorgho, fruits, café, cacao, noix, thé, tabac, raisin, colza, légume etc...

Les organochlorés sont de plus en plus remplacés par les organophosphorés à cause de leur toxicité et de leur rémanance. Cependant l'endosulfan présente des différences de comportement par rapport aux hydrocarbures organochlorés. Le choix d'un organochloré et d'un organophosphoré permettra de faire la comparaison entre leur comportement.

Les doses utilisées en général sur les cultures sont variables et peuvent atteindre 3l de THIODAN 35^R par hectare et 2l de SYSTOATE 40^R par hectare. Dans notre étude les doses employées sont supérieures à la normale.

Le traitement à l'endosulfan équivaut sur la tomate à 5l de THIODAN 35^R par hectare et sur la laitue à 10l de THIODAN 35^R par hectare. Le traitement au diméthoate équivaut à 3,3l de SYSTOATE 40^R par hectare et sur la laitue à 6,6l de SYSTOATE 40^R par hectare. En résumé la culture de tomate a subi un

traitement avec une dose 1,6 fois supérieure à la normale et la laitue 3,3 fois.

II 2.3 DISCUSSION DES RESULTATS

Les taux calculés varient d'une planche à une autre pour un même traitement et pour un même jour de prélèvement. C'est pourquoi les valeurs moyennes ont été utilisées pour faire les histogrammes et tracer les courbes d'évolution des taux de résidu. Ces valeurs connaissent parfois des intervalles de confiance assez grands. Les témoins sont négatifs donc les résidus observés proviennent uniquement des traitements appliqués sur les planches.

II 2.3.1 DIMETHOATE

Le taux de résidu de diméthoate sur la tomate, série 1 planche D₂, n'a pas été retenu parce que trop élevé et ne s'explique que par une contamination lors de la manipulation. L'analyse du taux de résidu sur la culture de laitue série 1 planche D₃ n'a pas été faite, l'extrait étant renversé.

Les résultats obtenus montrent une baisse du taux de résidu entre J₅ et J₂₀. Sur la tomate ce taux passe de $3,75 \pm 0,34$ ppm à $1,05 \pm 0,22$ ppm et sur la laitue il passe de $10,22 \pm 1,37$ ppm à $4,24 \pm 1,96$ ppm. Cette baisse n'est pas progressive car les courbes présentent des portions croissantes. Ainsi on observe un pic à J₁₅ sur la tomate (fig5) et une augmentation du taux de résidu entre J₁₅ et J₂₀ sur la laitue (fig6). Le regain du taux de résidu peut s'expliquer par le fait que le diméthoate est un produit systémique; en plus de la charge sur la plante, le produit peut être absorbé par voie racinaire.

Les taux sont plus élevés sur la laitue que sur la tomate. A J₅ on a un niveau de résidu 2,72 fois plus grand sur la laitue, 2,28 fois à J₁₀ et 4,03 fois à J₂₀. Avant le délai d'attente généralement fixé à 15 jours, les taux sont tous supérieurs à la L.M.R. A J₁₅ le taux de résidu de diméthoate $5,68 \pm 1,39$ ppm est 2,84 fois supérieurs à la L.M.R. Après le délai d'attente le taux de résidu à J₂₀ est supérieur à la

L.M.R. sur la laitue.

Avant le délai d'attente les taux de résidu supérieurs à la L.M.R. se justifient théoriquement par le fait que le produit n'a pas le temps nécessaire pour se dégrader et être en dessous du seuil tolérable. Aussi bien sur la tomate que sur la laitue le délai n'est pas suffisant, car au delà de J₁₅ on observe des taux supérieurs à la L.M.R.. Donc un traitement 1,6 fois supérieur à la normale a suffi pour rendre le délai de 15 jours incompatible avec la L.M.R.. Plus la dose augmente, plus le produit est persistant.

II 2.3.1 ENDOSULFAN

Les taux de résidu d'endosulfan sur les différentes cultures donnent des courbes d'évolution décroissantes (fig.7 et 8). Cette décroissance est plus rapide sur la tomate que sur la laitue. L'endosulfan n'est pas systémique et la baisse du taux de résidu s'explique par sa volatilité et son métabolisme.

La demi-vie de l'endosulfan est plus courte 2 à 5 j sur les "plantes feuilles" que sur "les fruits" 4 à 9 jours. Cette décroissance plus rapide sur la tomate semble être due à la dose d'application du produit plus faible sur cette dernière. La fig.9 confirme les observations ci-dessus.

Pour un même jour de prélèvement les taux de résidu sont plus élevés sur la laitue.

Sur la tomate les taux de résidu sont inférieurs à la L.M.R. avant même J₁₀. Sur la laitue à J₁₅ le taux est légèrement supérieur à la L.M.R.(2ppm).

Des taux de résidu moyens supérieurs à la L.M.R. sont aussi observés à J₅ sur la tomate et avant J₁₅ sur la laitue.

Avec un traitement 1,6 fois supérieur à la normale, le délai d'attente est toujours suffisant pour que la L.M.R.

soit respecté. Cependant avec un traitement 3,3 fois supérieur à la normale, on observe une compatibilité légère entre le délai d'attente et la L.M.R. car à J₁₅ sur la laitue on observe un taux de résidu de $2,31 \pm 0,64$ ppm légèrement supérieur à la L.M.R.

Donc si on respecte la dose normale, le délai de 15 jours est largement suffisant pour que les taux de résidu d'endosulfan soient toxicologiquement acceptables.

II 2.3.2 COMPARAISON ENDOSULFAN-DIMETHOATE

Les courbes d'évolution des taux de résidu de diméthoate et d'endosulfan sont de nature différente. Ceci s'explique par la différence de leur nature et de leurs propriétés. Le diméthoate est systémique tandis que l'endosulfan ne l'est pas.

Aussi bien pour l'endosulfan que pour le diméthoate, le taux de résidu est plus élevé sur la laitue que sur la tomate. Cela est dû au fait que la laitue a subi une dose de traitement plus importante. Des taux de résidu supérieurs à la L.M.R. ont été observés pour les deux produits avant le délai d'attente. Ils s'expliquent par le fait que le produit n'a pas eu le temps nécessaire de se dégrader, pour être en dessous du seuil tolérable.

A J₂₀ le diméthoate persiste sur les cultures de tomate et de laitue tandis que l'endosulfan tend à disparaître. Le diméthoate est plus persistant que l'endosulfan bien que ce dernier soit un organochloré.

Sur la tomate, le traitement à l'endosulfan 1,6 fois plus élevé que la normale a révélé des taux de résidu tolérables après le délai d'attente. Même avec une dose d'application 3,3 fois plus grande, le taux de résidu est de $2,31 \pm 0,64$ ppm à J₁₅ et de $0,009 \pm 0,02$ ppm à J₂₀ donc dans les limites tolérables. Un délai d'attente de 10 jours est

compatible avec la L.M.R. (fig.7 et 9) même si le traitement est 1,6 fois plus élevé. Ces observations ne sont pas valables pour le diméthoate. Déjà avec une dose d'application 1,6 fois plus élevée, il montre des taux de résidu supérieurs à la L.M.R. après le délai d'attente. Pour ce même traitement les taux sont aussi supérieurs à la L.M.R. avant le délai d'attente.

Ceci voudrait dire que dans de mauvaises conditions d'utilisation des deux produits, le diméthoate présenterait plus de risque d'entraîner des taux de résidu dépassant la L.M.R. que l'endosulfan. La marge de sécurité du délai d'attente de l'endosulfan est plus grande donc est mieux adaptée à nos conditions de terrain.

CONCLUSION DEUXIEME PARTIE

Le comportement d'un produit phytosanitaire sur une culture est fonction de la nature et des propriétés du principe actif. L'endosulfan est moins persistant que le diméthoate même si en général les organophosphorés sont moins rémanents que les organochlorés.

Les taux de résidu sont inférieurs à la L.M.R. après le délai d'attente dans les conditions normales d'utilisation. Le niveau de résidu sur une production varie selon la dose d'application et la durée après le traitement. Les taux de résidu sont plus élevés lors de surdosage et le délai d'attente n'est pas toujours compatible avec la L.M.R. dans une telle condition. Cependant le délai d'attente de l'endosulfan (15 jours) est plus adapté à cette situation car il présente une marge de sécurité plus importante lui permettant d'être compatible avec la L.M.R.. Le délai d'attente du diméthoate (15 jours) est moins adapté à cette situation car présentant un risque élevé d'entraîner des taux de résidu supérieurs à la L.M.R..

CONCLUSION

L'intensification des productions agricoles nécessite l'utilisation accrue de facteurs chimiques et organiques parmi lesquels les pesticides. Les produits phytosanitaires sont d'une importance capitale pour diminuer les pertes avant et après la récolte. Cependant ils ne sont pas sans danger, c'est pourquoi le choix des produits et les conditions de leur utilisation sont des paramètres importants à considérer pour la protection des consommateurs. Au Sénégal où le secteur maraîcher est occupé pour plus de 2/3 par le monde rural caractérisé par un niveau d'information faible et l'analphabétisme; les conditions d'utilisation des pesticides définies par les firmes ne sont pas toujours respectées. La simulation de traitements avec des doses d'endosulfan et de diméthoate supérieures à la normale; 1,6 fois sur une culture de tomate et 3,3 fois sur une culture de laitue a permis de faire les observations suivantes.

L'endosulfan a un comportement différent de celui du diméthoate sur les deux types de culture. Il est moins persistant que le diméthoate.

Les taux de résidu observés pour les deux produits sur la culture de laitue sont plus élevés que sur la culture de tomate, montrant ainsi l'importance de la dose d'application du produit sur les niveaux de résidu. Plus la dose de traitement augmente, plus les taux de résidu observés sont importants.

Avec l'endosulfan, les traitements surdosés sur la tomate(1,6 fois) et sur la laitue(3,3fois) n'ont pas révélé de taux de résidu supérieurs à la limite maximale de résidu après le délai précédant la récolte. Ce taux est même inférieur à la L.M.R. à J₁₀ sur la tomate. Avec le diméthoate, des doses 1,6 fois et 3,3 fois supérieures à la normale ont montré des niveaux de résidu supérieurs à la L.M.R.. Dans une telle condition d'utilisation, le délai d'attente observé pour l'endosulfan est suffisant et permet de maintenir les taux de résidu en dessous du seuil tolérable après ce délai. Dans une

situation de surdosage, l'endosulfan est plus adapté que le diméthoate pour garantir des niveaux de résidu inférieurs à la L.M.R. après le délai d'attente.

Un taux de résidu supérieur à la L.M.R. constitue un danger pour le consommateur. Pour le contrôle de la bonne utilisation des pesticides et la protection du consommateur, des études multirésiduelles devraient se faire de façon périodique afin d'apprécier le niveau de résidu sur les productions. A défaut de moyens pour réaliser ce contrôle, un choix judicieux du produit phytosanitaire s'impose. Le produit mis à la disposition du maraîcher doit être efficace, peu cher mais surtout adapté à nos réalités pour maintenir les taux de résidu inférieurs à la L.M.R. sur les productions.

B I B L I O G R A P H I E**1- ABIOLA F.A., 1984.**

Pesticides et augmentation des productions agricoles: les problèmes posés par leur utilisation, exemple du Sénégal.

Liaison Sahel, 2, 107-121.

2- ABIOLA F.A., LORGNE G., SOYEZ D., RIVIERE.L., 1989.

Effet de l'endosulfan sur la biotransformation hépatique de la perdrix grise.

Gibier Faune Sauvage, 6, 69-78.

3- BANQUE MONDIALE, 1989.

L'Afrique subsaharienne: de la crise à une croissance durable.

Banque Mondiale, Washington D.C., 346p.

4- BARRET D.S.; OEHME F.W., 1985.

A review of organophosphorus ester induced delayed neurotoxicity.

Vet.Human.Toxicol., 27, 22-40.

5- BELANGER A., 1991.

Le danger des pesticides pour l'être humain et l'environnement.

Séminaire de formation d'emploi des médicaments vétérinaires et des produits phytosanitaires en Afrique, E.I.S.M.V. Dakar.

6- BELLON P., 1972.

Résistances aux insecticides des arthropodes importants importants en médecine humaine et vétérinaire.

Thèse.med.vet., Toulouse, n°34.

7- BOUHOT.D. , MALLAMAIRE A., 1965.

Les principales maladies des plantes cultivées au Sénégal.

Dakar, Groupement des Imprimeries Africaines, 159p.

8- CHAMBON M., 1958.

Aspects toxicologiques de la manipulation des insecticides organophosphorés.

Journal de médecine de Bordeaux, 5, 642-648.

9- CISSE P., 1989.

Mesures des cholinesterases chez les poissons des genres Tilapia et clarias.

Thèse.med.vet., Dakar, n°58.

10- COLLINGWOOD E.F., BOURDOUXHE, DEFRANCO M., 1984.

Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal.

Centre pour le développement de l'horticulture (C.D.H.), 2° ed Dakar, 95p.

11- DAVIES J.E., 1973.

Pesticide residue in man.

Environmental pollution by pesticide, plenum Press, London and New-York, 313-333.

12- DEMBELE A., 1991.

"Biomonitoring" des pesticides dans un écosystème tropical.

Séminaire de formation et d'emploi des médicaments vétérinaires et des produits phytosanitaires en Afrique, E.I.S.M.V. Dakar.

13- DEUSE J.P.L., 1991.

Pesticides organochlorés et environnement.

Séminaire de formation d'emploi des médicaments vétérinaires et des produits phytosanitaires en Afrique, E.I.S.M.V. Dakar.

14- DIATTA F., 1991.

Gestion des pesticides au Sénégal.

Séminaire de formation d'emploi des médicaments vétérinaires et des produits phytosanitaires en Afrique, E.I.S.M.V. Dakar.

**15- DIKSHITH T.S.S., RAIZADA R.B., SRIVASTAVA M.K.,
KAPHALIA B.S., 1984.**

Response of rats to repeated oral administration of endosulfan.

Ind. Health, 22,295-304.

16- EKSTRON G., AKERBLOM M., 1990.

Pesticide management in food and water safety:
international contributions and national approaches.
Rev.Environ.Contam.Toxicol.,114, 23-55.

17- ETO M., 1974.

Organophosphorus pesticides: organic and biological
chemistry.

C.R.C. Press,cleveland, OHIO, USA.

**18- F.A.O.(FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION)/ W.H.O.(WORLD
HEALTH ORGANISATION), 1986.**

Codex maximum limits for pesticides residues.

Rome, F.A.O./W.H.O. codex alimentarius commission,
vol XIII, 2°edit.

**19- FENDICK E.A., MATER-MIHAICH E., HOUCK K.A., SAINT-CLAIR
M.B. , FAUST J.B., ROCKWELL C.H., OWENS M., 1990.**

Ecological toxicology and human health effects of
heptachlor.

Rev.Environ.Contam.Toxicol., 111, 61-147.

**20- FRANK R., BRAUN H.E., CLEGG B.D., RIPLEY B.D., JOHNSON R.,
1990.**

Survey of farm wells for pesticides,ontario
Canada 1986-1987.

Bul.Environ.Contam.Toxicol., 44,410-419.

21- FRANK R., BRAUN H.E., RIPLEY B.D., 1990.

Résidues of insecticides on ontario grown vegetable
1986-1988.

Food. Addit. Contam., 7, 545-554.

22- GOH K.T., YEW F.S., ONG K.H., TAN I.K., 1990.

Acute organophosphorus food poisoning caused
by contaminated green leafy vegetables.

Arch. Environ. Health, 45, 180-184.

23- HOECHST, 1990.

Information produit: THIODAN^R; données actualisées
sur ses propriétés et son comportement.

HOECHST Artengesellschaft Marketing Agriculture,
FRANKFORT am Main 80, 35p.

24- KARAKAYA A.E., OZALP S., 1987.

Organochlorine pesticide in human adipose tissue
collected in ANKARA (TURKEY), 1984-1985.

Bul. Environ. Contam. Toxicol., 38, 941- 945.

25- KECK G., 1980.

Toxicologie des insecticides organophosphorés
et carbamates.

Note de toxicologie vétérinaire du C.N.I.T.V.,
7, 375-396.

26- LAVONE G., CHEBROUX P., PROST M., RIGAUD M., 1982.

Les nouvelles dimensions de la chromatographie en
phase gazeuse.

LABO-FRANCE éditeur, 503p.

27- LOKKEN P., KANJA L., SKARE J.U., NAFSAT I., MAITAI C.K., 1986.

Organochlorine pesticides in human milk from
différents areas of Kenya.
J.Toxicol.Environ.Health, 19 ,449-464.

28- LOMBARDO P., 1989.

The F.D.A. pesticides program: goals and new
approches.
J.Assoc.Off.Anal.chem., 72,518-520.

29- LU F.C., 1988.

Acceptable daily intake: inception, évolution
and application.
Regul.Toxicol.Pharmacol., 8, 45-60.

30- MAYBUURY.R.B., 1989.

Codex alimentarius approach to pesticide résidue
standards.
J.Assoc.Off.Anal.Chem., 1989,72,538-541.

31- RAMADE F., 1979.

Ecotoxicologie
Masson, Paris, 2°ed, 228p.

32- RICO D., 1990.

Food toxicology: free résidues bound résidues
respective toxicity.
Bult.Acad.Natl.Med.,174,365-369.

33- RICO A.C., BRAUN J.B., BERNAR P., BURGAT S., 1983.

Valeurs de référence et valeurs usuelles en
biologie animale et en biologie prospective.

5°coll.int. Pont-A Mousson, Masson ed, 1073-1075.

34- RIGAZZI-GRASSO G. , CAPEI R., MARIOTTINI E., 1989.

Current aspects of the problem caused by insecticide residues.

Ann.Ig.,1, 741-752.

35- RITTER W.F., 1990.

Pesticide contamination of ground water in the U.S.A.
J.Environ.Sc.Health., 25, 1-29.

36- SENEGAL/Ministère du Développement rural, 1989.

Rapport campagne agricole .

Direction de l'agriculture, Dakar , 95p.

37- SHARINOV I.K., VISHNEUSKAIA S.S., MERGEMBAEVA K., 1989.

Chromosomes aberrations in hote house worker coming
in contact with pesticides.

Tsitol.Genet.,23 , 60-63.

38- STUART L.D. , OEHME F.W., 1982.

Organophosphorus delayed neurotoxicity: a neuromyélopathy of animals an man.

Vet.Hum.Toxicol., 24, 107-115.

39- TOURTE C., 1972.

Insecticide et environnement; résidu et toxicité dans les écosystèmes: situation actuelle et perspectives d'avenir dans la lutte contre les insectes agents et vecteurs de maladies.

Thèse med.vet., Paris V, n°140.

40- VILLA P., DAL-MAS A., MIGLETTA G., DE LUCIA M.G. MAGGIORE A., FIGARRA M.G., ORECCHIO F., STACCINI F., 1989.

Surveillance of health status in an agriaran environment: proposal for a method.

Ann.Ig., 1,1001-1014.

41- WEATLEY G.A., 1973.

Pesticide in the atmosphère.

Environmental pollution by pesticides, Plenum press, London and New York, 365-408.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'Enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et aînés :

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;
- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, (que dans celui que l'on a), que dans celui que l'on peut faire ;
- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE".

LE CANDIDAT

VU
LE DIRECTEUR
DE L'ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES

LE PROFESSEUR, RESPONSABLE
DE L'ECOLE INTER-ETATS DES
SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES

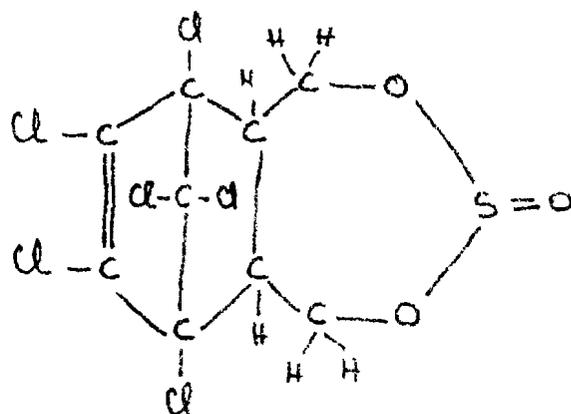
VU
LE DOYEN
DE LA FACULTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE

LE PRESIDENT DU JURY

VU ET PERMIS D'IMPRIMER _____
DAKAR, LE _____

LE RECTEUR, PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE DE
L'UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

l'endosulfan qui est la matière active du THIODAN^R est un ester de sulfite d'un diolcyclique chloré. L'endosulfan présente deux isomères L et B et sa formule développée est la suivante :



Formule développée de l'endosulfan

L'endosulfan contient de l'oxygène et du soufre dans un groupement sulfite fonctionnel. De par ce groupement sulfite le composé se distingue nettement des hydrocarbures organochlorés tant sur le plan des propriétés chimiques et des effets physiques que sur celui de son comportement dans l'environnement (23).

L'endosulfan peut être présenté dans toutes sortes de formulation ; le concentré émulsionnable a 35 p.100 de matière active a été utilisé.

Il est utilisé comme insecticide et acaricide de contact à large spectre. Il est efficace contre les chenilles, les jassides, les coléoptères, les pucerons et les acariens.

Sa persistance d'action est de 7 jours et le délai d'attente est de 15 jours. La DL₅₀ orale chez le rat est de 80 à 110 mg/kg et la D.J.A pour l'homme est de 0,008 mg/kg.

I1.3.2. SYSTOATER^R

La matière active du SYSTOATER^R est le diméthoate qui est un organophosphoré du groupe des thiono~~phosphates~~ phosphates .

Le diméthoate technique se présente sous forme de cristaux grisâtres avec une pureté supérieure ou égale à 96 p.100 .

Le SYSTOATE 40^R est un concentré émulsionnable dans l'eau contenant 40 p.100 de diméthoate. C'est un insecticide et un acaricide de contact mais il est aussi systémique. Il est utilisé contre les insectes vecteurs de maladies et dans le traitement des cultures. Il est efficace contre les jassides, les thrips, les pucerons, les cochenilles, les mouches, les coléoptères et les acariens. La persistance d'action est de 14 à 21 jours et le délai d'attente est de 15 jours. La DL₅₀ orale chez le rat est de 500 mg/kg et la D.J.A. pour l'homme est de 0,002 mg/kg.

I1.3.3. CYPERMETHRINE

La cyperméthrine a été choisie comme étalon interne dans l'analyse quantitative des extraits de laitue. L'étalon interne est une substance présentant un pic assez voisin du composé à étudier. De plus son comportement doit être voisin de celui du composé à étudier (26). La cyperméthrine technique est présentée sous forme de poudre grisâtre avec une pureté supérieure ou égale à 94 p.100.

I1.4. PULVERISATEUR

Le pulvérisateur à dos, à pression maintenue est utilisé pour faire le traitement des planches. Il comporte :

- un réservoir dans lequel la solution du produit est introduite ;
- une pompe à pression mécanique ;
- une rampe d'aspersion munie d'une buse d'où sort le liquide sous pression.

I1.5. CHROMATOGRAPHE EN PHASE GAZEUSE

La chromatographie est une méthode de séparation des constituants d'un mélange, fondée sur leur adsorption sélective par des solides pulvérulents ou sur leur partage entre deux solvants.

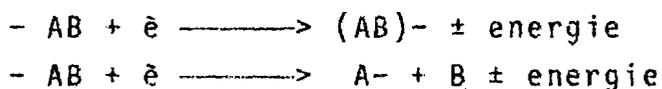
I1.5.1. PRINCIPE

La chromatographie en phase gazeuse comprend essentiellement :

- une chambre d'injection ;
- une colonne de séparation ;
- un détecteur ;
- un ensemble amplificateur et enregistreur.

Les 3 premiers éléments sont chauffés et thermostatés aux températures qui conviennent.

Le type de détecteur utilisé est celui à capture d'électron. son fonctionnement est basé sur l'électronégativité des substances éluées ; ces dernières sont capables de former des ions négatifs par capture d'électron selon deux procédés :



Ainsi chaque fois qu'une substance électrophile pénètre dans la chambre d'ionisation on a une diminution du courant de base qui se traduit par un pic sur le chromatogramme

I1.5.2. ANALYSE QUALITATIVE

Sur une colonne donnée et dans des conditions données le temps de rétention d'une substance est caractéristique mais elle n'est pas spécifique.

Les analyses ont été faites dans les conditions suivantes :

- colonne capillaire : * 3 p.100 OV/17 ou
Carbosorb ;
 - * WH8 100-120 Mesh ;
 - * 2 m x 1 ;
 - * 350° C ;
- gaz vecteur : Azote 30 ml/mn ;
- détecteur E.C.D 350°c ;
- chambre d'injection 350°c.

I1.5.3. ANALYSE QUANTITATIVE

A chaque pic correspond un temps de rétention et l'aire du pic est directement donnée par le chromatogramme. Cette aire est proportionnelle à la quantité de substance injectée dans l'appareil. Il existe plusieurs méthodes de calcul pour déterminer cette quantité et celles utilisées sont :

- la méthode avec étalon externe ;
- la méthode avec étalon interne.

I1.6. BALANCES

Deux types de balances ont été utilisés :

- Une balance pour la pesée des substances techniques pour la préparation des étalons avec une précision de 1/10.000 de gramme ;
- une balance pour la pesée des échantillons avec une précision de 1/100 de gramme.

I1.7. AGITATEUR UNIVERSEL "AGITEST"R

C'est un agitateur oscillant avec une fréquence réglable jusqu'à 1700 coups par minute. Il est muni de pinces spéciales "Trigrip" avec lesquelles on peut fixer les ballons lors de l'extraction. Il possède aussi une minuterie de 0 à 60 minutes pour arrêt automatique.

I1.8. VERRERIE

- ballons avec bouchons en verre (100 ml et 200 ml) ;
- Erlenmeyer ;
- verre à pied ;
- pipettes ;
- entonnoir.

Avant chaque analyse toute la verrerie est plongée dans un bain d'acide nitrique pendant une nuit, rincée à l'eau de robinet puis à l'eau distillée avant d'être mise à l'étuve pour le séchage.

I1.9. MORTIER ET PILON

Ils sont utilisés pour le broyage des échantillons.

Après chaque opération ils sont lavés à l'eau, rincés avec du solvant et séchés.

I1.10. CHLORURE DE CALCIUM

Le chlorure de calcium anhydre est utilisé pour absorber l'eau des solutions après l'extraction. Il se présente sous forme de poudre blanche.

I1.11. XYLENE

C'est un solvant organique dérivé du pétrole. Il est capable de solubiliser l'endosulfan.

I2. METHODE

I2.1. METHODE DE CULTURE

De la tomate est semée sur une pépinière où elle est laissée pendant un mois. Ensuite les plantes sont repiquées sur des planches où elles continueront leur croissance. La surface d'une planche est estimée à 3 m². Aussi bien pour le THIODAN^R que pour le SYSTOATER^R, quatre planches feront l'objet de

traitement et une planche est conservée sans subir de traitement.

Le même protocole est observé avec la laitue sauf que la durée au niveau de la pépinière est de 3 semaines.

I2.2. METHODE DE TRAITEMENT DES PLANCHES

La tomate a été traitée après la floraison et au stade de la fructification tandis que la laitue a été traitée 3 semaines après le repiquage.

Les quatre planches traitées au diméthoate sont identifiées par lettres D₁, D₂, D₃ et D₄ et les planches traitées à l'endosulfan E₁, E₂, E₃ et E₄.

Les traitements sont effectués avec le pulvérisateur et une solution des différents concentrés emulsionnable dans l'eau. Ainsi les solutions suivantes sont réalisées :

- Diméthoate : 10 ml SYSTOATE 40R/10 l d'eau ;
- Endosulfan : 15 ml THIODAN 35R/10 l d'eau.

Avec les solutions ci-dessus, la tomate a été traitée à la dose d'un litre par planche et la salade à la dose de deux litres par planche.

I2.3. METHODE DE PRELEVEMENT

Pour la tomate les prélèvements ont intéressé les fruits.

L'échantillonnage s'est effectué de façon aléatoire et simple en choissant au hasard quelques fruits au niveau de chaque planche, indépendamment les uns des autres.

Pour la laitue les prélèvements intéressent la plante entière. Au hasard, une botte de laitue est choisie au niveau de chaque planche. Les prélèvements sont faits au cours du

temps au rythme d'un prélèvement par 5 jours jusqu'à J20 après le traitement.

Ainsi pour chaque culture on obtient quatre séries 1, 2, 3 et 4.

Chaque prélèvement est identifié par la planche (E₁, D₁, E₃, D₄ ou E_A etc) et par le numéro de série (1, 2, 3 ou 4). Ils sont ensuite mis dans un sachet en plastique puis dans une glacière.

I2.4. METHODE D'EXTRACTION

I2.4.1. PREPARATION DES ECHANTILLONS.

Les prélèvements sont lavés sous un courant d'eau. Pour les prélèvements de salade, les feuilles les plus externes et les racines sont coupées. Les fruits de tomates et les feuilles de laitues sont égouttés puis pesés. Le poids obtenu représente la prise d'essai (Pe). Les poids des différents échantillons figurent dans les tableaux 9 à 16.

I2.4.2. BROYAGE

L'échantillon pesé est mis dans le mortier et est découpé en petits morceaux. Il est ensuite broyé avec le pilon en présence de sable fin et de solvant jusqu'à l'obtention d'une purée homogène.

I2.4.3. AGITATION

Chaque broyat est récupéré dans un ballon qui est fermé ensuite avec un bouchon en verre. Les ballons sont placés sur l'agitateur et sont traités pendant 45 mn. L'opération est répétée et les filtrats collectés.

I2.4.4. FILTRATION

L'extrait après agitation est filtré à l'aide d'un papier filtre sur lequel on dépose du chlorure de calcium anhydre. Le chlorure de calcium est utilisé pour absorber l'eau. Le filtrat est recueilli dans un ballon et est ramené à 100 ml avant d'être analysé.

Dans le cas d'une analyse avec un étalon interne, on ajoute une quantité de cyperméthrine avant de ramener le volume de l'extrait à 100 ml. Les volumes d'extraction et les concentrations éventuelles en cyperméthrine figurent dans les tableaux 9 à 16.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	34,15	100
D2	22,51	"
D3	23,82	"
D4	44,15	"
E1	22,23	"
E2	27,84	"
E3	29,29	"
E4	32,03	"
TEMOIN	29,08	"

Tableau 9 : Tomate - série 1 ; Poids de l'échantillon en g et volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	27,14	100
D2	24,63	"
D3	23,28	"
D4	35,43	"
E1	43,44	"
E2	25,56	"
E3	24,06	"
E4	24,18	"

Tableau 10 : Tomate - série 2 ; Poids de l'échantillon en g et volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	58,28	100
D2	41,40	"
D3	41,99	"
D4	46,93	"
E1	50,41	"
E2	43,30	"
E3	53,52	"
E4	32,07	"

Tableau 11 : Tomate - série 3 ; Poids de l'échantillon en g volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRACT- TION (ml)
D1	64,27	100
D2	51,20	"
D3	52,83	"
D4	43,78	"
E1	69,32	"
E2	50,36	"
E3	49,61	"
E4	38,13	"

Tableau 12 : Tomate - série 4 ; Poids de l'échantillon en g volume d'extraction en ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	31,72	100	0,1
D2	31,39	"	"
D3	33,42	"	"
D4	32,74	"	"
E1	33,07	"	"
E2	31,27	"	"
E3	31,92	"	"
E4	33,58	"	"
TEMOIN	33,47	"	"

Tableau 13 : Laitue - série 1 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	32,90	100	0,036
D2	31,19	"	"
D3	30,28	"	"
D4	32,78	"	"
E1	31,94	"	" 0,1
E2	32,70	"	"
E3	32,11	"	"
E4	33,75	"	"

Tableau 14 : Laitue - série 2 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	30,24	100	0,1
D2	15,10	50	"
D3	44,80	100	"
D4	30,96	"	"
E1	30,55	"	"
E2	32,61	"	"
E3	31,52	"	"
E4	31,02	"	"

Tableau 15 : Série 3 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

	POIDS DE L'ECH (g)	VOLUME D'EXTRA- TRACTION (ml)	CONCENTRATION CYP (mg/ml)
D1	30,07	100	0,1
D2	32,61	"	"
D3	33,18	"	"
D4	33,59	"	"
E1	31,47	"	"
E2	32,61	"	"
E3	33,18	"	"
E4	33,59	"	"

Tableau 16 : Laitue - série 4 ; Poids de l'échantillon en g, volume d'extraction en ml et concentration de l'essai en cyperméthrine en mg/ml.

I2.5. METHODE D'ANALYSE

L'analyse a été faite par la chromatographie en phase gazeuse. Pour l'analyse des extraits de tomate la méthode avec étalon externe a été utilisée tandis que pour les extraits de laitue, on a utilisé la méthode avec étalon interne.

I2.5.1. METHODE D'ANALYSE AVEC ETALON EXTERNE

Un étalon ou standard est préparé en dissolvant une quantité connue d'endosulfan technique dans du xylène.

L'analyse de l'étalon permet de déterminer le temps de rétention de l'endosulfan et de lire l'aire du pic sur le chromatogramme.

L'analyse des échantillons permet de connaître l'aire correspondant à la quantité d'endosulfan injectée.

La teneur en résidu est donnée par la formule :

$$T = \frac{Cs \times Vs \times Ae \times Vex}{As \times Ve \times Pe}$$

- Cs = Concentration du standard en mg/ml
- Vs = Volume injecté du standard en ml
- Ae = Aire essai
- Vex = Volume d'extraction en ml
- Ve = Volume injecté de l'essai en ml
- As = Aire standard
- Pe = Poids de l'échantillon en kg
- T = Taux de résidu en ppm.

Le volume d'injection est maintenu constant donc :

$$T = \frac{Cs \times Ae \times Vex}{As \times Pe}$$

12.5.2. METHODE D'ANALYSE AVEC ETALON INTERNE.

Un étalon est préparé avec du xylène, de la matière technique d'endosulfan, de diméthoate et de cyperméthrine.

L'analyse de l'étalon permet de calculer le facteur de référence (Rf) qui est un coefficient de proportionnalité utilisé dans le calcul du taux de résidu. Il permet de déterminer le rapport des quantités d'endosulfan et de cyperméthrine en connaissant le rapport de leurs aires fournies par le chromatogramme.

$$Rf = \frac{As \text{ (cyp)}}{As \text{ (end)}} \times \frac{Cs \text{ (end)}}{Cs \text{ (cyp)}}$$

As (cyp) = Aire cyperméthrine standard

As (end) = Aire d'endosulfan standard

Cs (end) = concentration endosulfan standard

Cs (cyp) = concentration cyperméthrine.

L'analyse des échantillons permet de lire leurs aires endosulfan et cyperméthrine. Le taux de résidu est donné par la formule :

$$T = Rf \times \frac{Ae \text{ (end)}}{Ae \text{ (cyp)}} \times \frac{Ce \text{ (cyp)}}{Pe} \times \frac{Ve}{Pe}$$

Ae (end) = Aire d'endosulfan essai

Ae (cyp) = Aire cyperméthrine essai

Ce (cyp) = Concentration cyperméthrine essai
(g/ml)

Ve = volume d'extraction (ml)

Pe = poids échantillon en kg.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

II₁. RESULTATS

Les résultats des analyses sont représentés par les aires diméthoate, endosulfan ou cyperméthrine lues sur le chromatogramme et les taux de résidu calculés. Ces résultats sont consignés dans les tableaux de 17 à 33.

Les tableaux 34 et 35 donnent les valeurs moyennes des taux de résidu et leur intervalle de confiance.

Les figures de 1 à 4 représentent les histogrammes des taux de résidu moyens.

Les figures de 5 à 8 représentent les courbes d'évolution des taux de résidu sur les différentes cultures.

Enfin la figure 9 est une courbe de décroissance des taux de résidu d'endosulfan sur une culture de laitue pommée après deux traitements de 0,6 l de THIODAN 35 CER/ha.

	Concentration endosulfan mg/ml	Concentration Dyméthoate mg/ml	Aire endosulfan	Aire Dyméthoate
Etalon Externe	0,34	0,26	894, 2539	1165, 3123

Tableau 17 : Concentrations des produits dans l'étalon externe et aires correspondantes.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	5,1386	3,43
D2	64,1999	65,02 *
D3	4,2132	4,03
D4	7,3506	3,79
TEMOIN	-	-

Tableau 18 : Tomate série 1 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J5 après le traitement.

* Taux très élevé s'explique par une contamination.

	Aire endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	2,8440	4,86
E2	2,6632	3,63
E3	3,6850	4,78
E4	4,6969	5,57
TEMOIN	-	-

Tableau 19: Tomate série 1 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J5 après le traitement.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	2,9040	1,52
D2	5,0297	4,48
D3	2,2745	2,15
D4	4,4967	4,24

Tableau 20 : Tomate série 2 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J10 après le traitement.

	Aire Endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	1,6059	2,24
E2	3,4144	5,26
E3	-	-
E4	-	-

Tableau 21 : Tomate série 2 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J10 après le traitement.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	10,6254	4,15
D2	9,3262	4,84
D3	12,6196	6,85
D4	14,1895	6,89

Tableau 22 : Tomate série 3 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J15 après le traitement.

	Aire endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	0,8259	0,62
E2	-	-
E3	-	-
E4	-	-

Tableau 23 : Tomate série 3 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J15 après le traitement.

	Aire diméthoate	Taux de résidu de diméthoate (ppm)
D1	2,5021	0,88
D2	1,8896	0,84
D3	2,9124	1,25
D4	2,3783	1,23

Tableau 24 : Tomate série 4 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J20 après le traitement.

	Aire endosulfan	Taux de résidu d'endosulfan (ppm)
E1	-	-
E2	-	-
E3	-	-
E4	-	-

Tableau 25 : Tomate série 4 ; Résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J20 après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE DE DYMETHOATE	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	126,2055	263,8262	-
D1	3,6644	3,6523	11,00
D2	2,8902	2,8045	10,81
D3	*	*	*
D4	3,6313	3,0071	8,85
TEMOIN	3,0865	-	-

Tableau 26 : Laitue - série 1 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J5 après le traitement.

* Extrait renversé

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE D'ENDOSULFAN	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	3,8938	1739,4108	-
E1	5,6185	24,8154	7,34
E2	2,4507	10,4786	7,52
E3	24,7197	64,6585	4,50
E4	3,0971	9,7220	5,14
TEMOIN	3,0865	-	-

Tableau 27 : Laitue - série 1 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J5 après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE DE DYMETHOATE	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	186,6248	110,3385	-
D1	10,6270	6,3370	8,07
D2	6,3458	2,6178	5,89
D3	2,4025	1,2396	7,59
D4	8,6139	4,2264	6,66

Tableau 28 : Laitue - série 2 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées au diméthoate, prélevés à J10 après le traitement.

	AIRE CYPERME- THRINE	AIRE D'ENDOSULFAN	TAUX DE RESIDU (ppm)
ETALON	9,5852	967,3680	-
E1	5,9343	53,9971	6,55
E2	2,7615	25,8590	6,58
E3	2,3216	9,3101	2,87
E4	15,9129	59,8538	2,56

Tableau 29 : Laitue - série 2 ; résultats de l'analyse des échantillons des planches traitées à l'endosulfan, prélevés à J10 après le traitement.